This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Gj-A 6133

2.2

WHITNEY LIBRARY,

HARVARD UNIVERSITY.

THE GIFT OF

J. D. WHITNEY,

Sturgis Hooper Professor

IN THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

21,234

TRANSFERRED TO GEOLOGICAL SCIENCES LIBRARY

June 15, 1903

ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Sous-Secrétaire d'État au ministère des Travaux Publics.

QUATRIÈME SÉRIE.

TOME V.

PARIS.

CARILIAN-GOEURY ET Vor DALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, nos 39 et 41.

c1844.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Sous-Secrétaire d'État au ministère des travaux publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'inspecteur des études et des professeurs de l'École des mines, du chef de la division des mines, d'un ingénieur secrétaire, et d'un ingénieur secrétaire-adjoint.

MM.

Cordier, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, président.

De Bonnard, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences.

Migneron. inspecteur général.

Héricart de Thury, inspect. gén., membre de l'Académie des sciences.

Berthier, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, profess. de chimie.

Garnier, inspecteur général.

Guenyveau, inspecteur général adjoint.

Cheron, inspecteur général adjoint.

Thirria, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général.

MM.

Dufrénoy, ingénieur en chef, inspect. des études de l'École des mines, membre de l'Académie des sciences, profess. de minéralogie.

Élie de Beaumont, ingén. en chef, membre de l'Académie des sciences, profess. de géologie.

Combes, ingénieur en chef, prof. d'exploitation des mines.

Le Play, ingénieur en chef, professeur de métallurgie, secrét. de la commission de statistique de l'industrie minérale.

De Cheppe, chef de la division des mines.

De Boureuille, ingénieur, secrétaire de la commission.

Ebelmen, ingénieur, secrétaire-adjoint de la commission.

M. Ebelmen est chargé spécialement de la traduction des mémoires étrangers.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le sous-secrétaire d'état au ministère des travaux publics, à M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines,* à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 8 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois.—Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS.— IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
Rue Racine, 28, près de l'Odéon.

ANNONCES

D'ouvrages nouveaux relatifs aux sciences et aux arts qui se rapportent à l'exploitation des mines et usines.

FRANCE.

JANVIER — FÉVRIER 1844.

DESCRIPTION des machines et procédés consignés dans les brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée et dans ceux dont la déchéance a été prononcée; publiée par les ordres de M. le ministre du commerce. Tome L. In-4 de 57 feuilles 1/2, pl. Impr. de Mme Bouchard-Huzard, à Paris. Prix. 15 f.

TABLE pour faciliter les calculs des formules relatives au mouvement des eaux dans les tuyaux de conduite, et principalement destinée à abréger les calculs et à éviter les tâtonnements, etc.; par M. B. Fourneyron. In-4 de 2 feuilles 1/4. Impr. de Bachelier, à Paris.

CAHIERS d'Histoire naturelle; par MM. Milne Edwards et Achille Comte. Nouvelle édition. 1er cahier. Zoologie. In-12 de 10 feuilles, plus 15 pl. Impr. de Bourgogne, à Paris. — A Paris, chez Fortin, Masson et compagnie, place de l'Ecole-de-Médecine, n. 1. Prix. . 1 fr. 50 c.

COURS élémentaire de physique; par M. Deguin. 4e édition. Deux volumes in-8, ensemble de 57 feuilles 1/2, plus 12 pl. Impr. de Belin-Mandar, à Saint-Cloud. — A Paris, chez Belin-Mandar, rue Christine, n. 5. Prix. . . . . 10 fr.

MÉMOIRE sur les questions que fait naître le choix de la direction d'une nouvelle voie de communication; par M. Courtois. In-8 de 8 feuilles 1/4, plus une pl. Impr. de Schneider, à Paris.

VOYAGES en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroe, pendant les années 1838, 1839 et 1840, sur la corvette *la Recherche*, commandée par M. Fabvre;

publiés par ordre du roi, sous la direction de M. Paul Gaimard. Géographie physique, géographie botanique, botanique et physiologie; par MM. Ch. Martins, J. Vahl, L. L. Lœstadius, A. Bravais, J. Durocher, P. A. Siljestrom, Chr. Boeck et E. Robert. Tome Ier. Première partie. In-8 de 15 feuilles. Impr. de F. Didot, à Paris. — A Paris, chez Arthus-Bertrand, rue Hautefeuille, n. 23.

CHIMIE appliquée à la physiologie végétale et à l'agriculture; par Justus Liebig. Traduction faite sur les manuscrits de l'auteur, par M. Charles Gerhardt. 2e édition. In-8 de 34 feuilles 1/2. Impr. de Bourgogne, à Paris. — A Paris, chez Fortin, Masson, place de l'Ecole-de-Médecine, n. 1. Prix. . . . . . . 7 fr. 50 c.

TRAITÉ des phénomènes électro-physiologiques des animaux; par C. Matteucci; suivi d'études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la torpille, par Paul Savi. In-8 de 23 feuilles, plus 3 pl. Impr. de Crapelet, à Paris. — A Paris, chez Fortin, Masson, place de l'Ecole-de-Médecine, n. 1. Prix. 8 f.

LEÇONS de géométrie, suivies de notions élémentaires de géométrie descriptive; par P. L. Cirodde. In 8 de 28 feuilles, plus 15 pl. Impr. de Crapelet, à Paris. — A Paris, chez Hachette, rue Pierre-Sarrasin, n. 12. Prix. 7 fr. 50 c.

TRAITÉ de physique considérée dans ses rapports avec la chimie et les sciences naturelles; par M. Becquerel. Tome II. In-8 de 41 feuilles, plus 7 pl. in-folio. Impr. de F. Didot, à Paris. — A Paris, chez F. Didot, rue Jacob, n. 56. Prix. . . . . 7 fr 50 c.

ECONOMIE RURALE considérée dans ses rapports avec la chimie, la physique et la météorologie; par J.-B. Boussingault. Deux volumes in-8, ensemble de 87 feuilles 3/4. Impr. de Locquin, à Paris. — A Paris, chez Béchet jeune, place de l'Ecole-de-Médecine, n. 1. Prix. 15 fr.

RAPPORT annuel sur les progrès de la chimie, présenté le 31 mars 1843 à l'Académie royale des sciences de Stockholm; par J. Berzelius. Traduit du suédois par Ph. Plantamour. 4e année. In-8 de 26 feuilles. Impr. de Béthune, à Paris. — A Paris, chez Fortin, Masson, place de l'Ecole-de-Médecine, n. 1. Prix. . . 5 fr.

Société philomatique de Paris (séance du 20 janvier 1844). —Mémoire sur la question de savoir s'il existe des masses continues, et sur la nature probable des dernières particules des corps; par M. de Saint-Venant, ingénieur en chef des ponts et chaussées. In-8 d'une feuille. Impr. de Cosson, à Paris. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Augustins, n. 39 et 41.

Annuaire pour l'an 1844, présenté au roi, par le bureau des longitudes. In-18 de 7 feuilles 2/3. Impr. de Bachelier, à Paris. — A Paris, chez Bachelier, quai des Augustins, n. 55. Prix. . . . . 1 fr.

Considérations minéralogiques et géologiques sur les buttes volcaniques de Saint-Michel, de Corneille, de Polignac, de Denise, de Geyssac et d'Espaly (Haute-Loire); suivies de la découverte, dans ce même département, de la polybasite (minerai d'argent); par M. Bertrand de Lom. In-8 d'une demi-feuille. Impr. de Lacour, à Paris.

FRANCE.

MARS — AVRIL 1844.

De l'origine du gypse dans les terrains supercrétacés du bassin du sud-ouest de la France; par M. A. Lagreze-Fossat. In-8 de 2 feuilles. Imp. de Lapie-Fontanel, à Montauban. — A Montauban, chez Lapie-Fontanel.

Essai sur la rosée, thèse de physique; par F.-S. Rossat. In-8 de 5 feuilles 3/4. Imp. de Silberman, à Strasbourg.

Instruction explicative de la différence du temps vrai au temps moyen, suivie d'une table servant à régler les pendules et les montres sur le temps vrai, tous les jours de l'année; par Dericquehem. In-8 d'une demi-feuille. Imp. de Bouchard-Huzard, à Paris. —A Paris, chez l'auteur, rue Jacob, 18.

Notice scientifique sur les courants atmosphériques, contenant une classification complète de tous les vents; par L.-B. de Garrigue. In-8 de 2 feuilles 3/4. Imp. de Bruneau, à Paris. — A Paris, chez Ebrard, passage des Panoramas, 61.

Sur une machoire de girafe fossile découverte à Issoudun (département de l'Indre), notes communiquées à l'Académie des sciences par N. Duvernoy. In-8 d'une feuille 1/2. Imp. de Bourgogne, à Paris.

Théorie de l'œil; par L.-L. Vallée, deuxième livraison. In-8 de 7 feuilles. Imp. de Fain. — A Paris, chez Bachelier, chez Baillière, chez Mathias.

Astronomie. Le Planétaire, pour servir à démontrer différents phénomènes qui ont lieu dans notre système solaire; par M. le baron de Montchauvel. In-4 de 5 feuilles. Imp. de Thibaud-Laudriot, à Clermont-Ferrand. — A Paris, chez Boyer.

Histoire naturelle des animaux les plus remarquables de la classe des mammifères (quadrupèdes et cétacés); par un naturaliste du muséum. Troisième édition. In-12 de 11 feuilles 1/2, plus 12 gravures. Imp. de Mame, à Tours. — A Tours, chez Mame.

b

Table des heures de pleine mer à Calais, avec additions pour les principaux ports de la France, de l'Angleterre, de l'Irlande et de la mer du Nord, établie pour le matin et le soir de chaque jour de l'année 1844; par Nestor Audibert, professeur d'hydrographie au port de Calais. In-12 d'une demi-feuille, plus la couverture. Imp. de A. Leleux, à Calais. — A Calais, chez A. Leleux.

Traité des plantes fourragères, ou Flore des prairies naturelles et artificielles de la France; par H. Lecocq. In-8 de 39 feuilles 3/4. Imp. de Perol, à Clermont-Ferrand. — A Paris, chez Cousin, rue Jacob, 21. Prix. . . . . 7 fr.

Description abrégée de l'horloge astronomique de la cathédrale de Strasbourg; par Ch. Schwilgué. Deuxième édition. In-8 de 2 feuilles. Imp. de Dannbach, à Strasbourg. — A Strasbourg, chez tous les libraires.

Description des machines et procédés consignés dans les brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée et dans ceux dont la déchéance a été prononcée; publiée par les ordres de M. le ministre du commerce. Tome LI. In-4 de 62 feuilles 1/4, plus 30 pl. Imp. de madame veuve Bouchard-Huzard, à Paris. Prix. . . . . 15 fr.

Traité du mouvement de translation des locomotives et recherches sur le frottement de roulement; par M. Fèvre. In-8 de 10 feuilles 1/4, plus un atlas in-4 d'une demi-feuille et 10 pl. Imp. de Fain, à Paris. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Dalmont, quai des Augustins, 39-41. Prix. . . . . 8 fr.

Table de cubage pour les bois en grume. In-18 de 5 feuilles. Imp. de Verronnais, à Metz. — A Metz, chez Verronnais.

Tarif général des douanes de France, dressé et publié par les soins de l'administration et approuvé par le ministre secrétaire d'État des finances. In-4 de 57 feuilles. Imp. royale à Paris. — A Paris, chez Renard, rue Sainte-Anne, 71. Prix. . . . . 8 fr.

Des avantages de l'irrigation, de l'étendue qu'on peut lui donner en France, et des mesures légales nécessaires pour la faciliter; par M. A. Puvis, ancien député. In-8

de 5 feuilles 1/4. Imp. de Milliet-Bottier, à Bourg. — A Paris, chez madame Huzard.

DES PENTES sur les chemins de fer de grande vitesse; par M. Minard. In-8 d'une feuille 1/4. Imp. de Fain, à Paris.

ETUDES sur les machines locomotives de Sharp et Robert, comparées à celles d'autres constructeurs, avec des développements sur la théorie de la distribution de la vapeur et sur l'application de la détente fixe et variable; par Félix Mathias. In-8 de 18 feuilles, plus un atlas de 11 pl. Imp. de Fournier, à Paris. — A Paris, chez L. Mathias (Augustin), quai Malaquais, 15. Prix. . . . . 25 fr.

DE L'ACTION des composés ferrugineux solubles sur la végétation, et leur application au traitement de diverses altérations maladives de la plante; par Eusèbe Gris. Deuxième édition. In-8 de 6 feuilles 3/8. Imp. de Cornillac, à Châtillon. — A Paris, chez Leclerc, rue de Sorbonne, 5, chez Bouchard-Huzard, chez Cousin.

L'HÉLICE appliquée aux bateaux et aux voitures à vapeur, mémoire explicatif et historique sur le brevet d'invention Dallery, obtenu le 29 mars 1803. In-8 d'une feuille. Imp. de Fournier, à Paris.

SÛR ET PROMPT CALCULATEUR à mouvement vertical; par V. Michault-Delacroix. In-4 d'un quart de feuille, avec deux languettes mobiles. Imp. de Dodillier, à Dijon.

FRANCE.

MAI — JUIN 1844.

Les Analogies de la géométrie élémentaire, ou la géométrie dans l'espace, ramenée à la géométrie plane; par A. Mahistre. 2e édition. In-8 de 17 feuilles 3/4, plus 5 pl. Imp. de Garnier, à Chartres. — A Chartres, chez Garnier; à Paris, chez Hachette, rue Pierre-Sarrazin, 12; chez Chamerot. Prix. . . . . . 5 fr.

Mémoire de la Société géologique de France, 2e série. Tome 1er, première partie. In-4 de 24 feuilles 1/2, plus 6 pl. Imp. de Bourgogne, à Paris. — A Paris, chez Bertrand, rue Saint-André-des-Arts, 38. Prix. 15 f.

Nouvelle méthode d'approximation pour obtenir la valeur d'une racine dans une équation numérique; par François-Florentin Bouquet. In-8 d'une feuille 1/4. Imp. de Boniez-Lambert, à Châlons.

Théorie de l'œil; par L. L Vallée. Troisième livraison. In-8 de 7 feuilles 1/8, plus une pl. Imp. de Fain et Thunot. — A Paris, chez Carilian-Gœury et Vor Dalmont, quai des Augustins, 39 et 41.

Traité de topographie et de géodésie forestières; par E.-E. Regnault. In-8 de 26 feuilles 1/2, plus 8 pl. Imp. de Troup, à Nancy. — A Nancy, chez Troup. Prix. . . . . 10 fr.

Voyages de la commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, pendant les années 1838, 1839 et 1840, sur la corvette *la Recherche*. Géologie, minéralogie et métallurgie. Par M. Eugène Robert. 1re partie. In-8 de 13 feuilles 1/2. Imp. de F. Didot, à Paris. — A Paris, chez Arthus-Bertrand, rue Hautefeuille, 33.

Mémoire sur la fabrication de l'acier fondu et damassé; par H de Luynes, membre honoraire de l'Académie. In-8 d'une feuille 1/2, plus une pl. Imp. de F. Didot, à Paris.

CAHIERS de géométrie élémentaire, pour servir de complément au Traité de Legendre; par Jules Planche. Quatrième cahier. In-8 de 4 feuilles, plus une pl. Imp. de Duval, à Amiens. — A Paris, chez Bachelier; chez Hachette.

TRAITÉ de chimie appliquée aux arts; par M. Dumas. Tome VII. In-8 de 46 feuilles 1/2. Imp. de F. Locquin, à Paris. — A Paris, chez Béchet jeune. Prix. 12 f. 50 c.

ESSAI sur la conduite des machines à vapeur fonctionnant sur mer; par E. Cornu. In-18 de 3 feuilles, plus 2 pl. Imp. de Labottière, au Havre. — Au Havre, chez Jehenne.

LIBRAIRIE DE CARILIAN-GŒURY ET Vor DALMONT.

Nouvelles publications.

CORIOLIS, membre de l'Institut, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, etc. Traité de la *Mécanique des corps solides et du calcul de l'effet des machines*, ou Considérations sur l'emploi des moteurs et sur leur évaluation, pour servir d'introduction à l'étude spéciale des machines. 2e édition, 1 vol. in-4, avec planches. Paris, 1844. 15 fr.

D'HURCOURT (R.), ancien élève de l'École polytechnique et ancien capitaine d'artillerie. — *De l'éclairage au gaz*; développements sur la composition du gaz destiné à l'éclairage, sur la construction des fourneaux et des cheminées, sur la pose des tuyaux, sur les phénomènes de la lumière, etc. 1 beau volume in-8, avec 9 grandes planches. Paris, 1844. 7 fr. 50 c.

COMTE (Auguste), répétiteur d'analyse et de mécanique à l'École polytechnique et examinateur des candidats qui s'y destinent. *Traité philosophique d'Astronomie populaire*, ou exposition systématique de toutes les notions de philosophie astronomiques, soit scientifiques, soit logiques, qui doivent devenir universellement familières. 1 vol. in-8, avec planches. Paris. 1844. 7 fr.

ANGLETERRE.

1er SEMESTRE DE 1844.

JOHNSTON (J.-F.-W.). Elements of agricultural chemistry and geology. (Eléments de chimie et de géologie, appliquées à l'agriculture). 2e édition. 240 pages. Prix. . . . . 4 s.

HOAD (H.-M.). Lectures on electricity, comprising galvanism, magnetism, electro-magnetism, magneto and thermo-electricity. (Lectures sur l'électricité, comprenant l'étude du galvanisme, du magnétisme, etc.) Edition nouvelle et considérablement augmentée. 300 dessins gravés sur bois, 464 pages in-8. Prix. . . . . 14 s.

PARUELL (E.-A.). Applied chemistry in manufactures, arts, and domestic economy. (Chimie appliquée aux arts, aux manufactures et à l'économie domestique.) 1 vol. in-8, 470 pages. Prix. . . . . 13 s.

FRANCIS (G.). Electrical experiments illustrating the theory, practice and application of the science of free or frictional electricity, containing the methods of making and managing electrical apparatus of every description. (Expériences sur l'électricité destinées à éclaircir la théorie, la pratique et l'application de la science de l'électricité libre et latente, contenant la description des moyens de construire et de manier les appareils électriques de tout genre.) Ouvrage accompagné de nombreuses gravures. In-8, 92 pages. Prix. . . . . 3 s.

HOPKINS (E.). On the connexion of geology with terrestrial magnetism, showing the general polarity of matter, the meridional structure of the cristalline rocks, their transitions, movements, and dislocations; including the sedimentary rocks, the laws regulating the distribution of metalliferous deposits, and other magnetic phenomena. (Des Rapports de la

géologie avec le magnétisme terrestre, indiquant la polarité générale de la matière, la disposition méridionale des cristaux de roche, leurs transformations, leurs mouvements et leurs déplacements; renfermant l'étude des roches sédimentaires, les lois qui régissent la distribution des dépôts métallifères, et leurs phénomènes magnétiques.) In-8, 138 pages et 24 gravures. Prix. . . . . 10 s. 6 d.

KEMP. A Letter to professor Liebig, on some misrepresentations contained in the second edition of his work « Animal chemistry. » (Lettre à M. le professeur Liebig, au sujet de quelques erreurs contenues dans la seconde édition de son Traité de chimie organique. In-8, 144 pages. Prix. . . . . . . 1 s. 6 d.

DARWIN (C.). Geological observations on the volcanic islands, visited during the voyage of H. M. S. Beagle; together with some brief notices of the geology of Australia and the cape of Good-Hope; being the second part of the geology of the voyage of *the Beagle*, under the command of captain Fitzvoy, during the years 1832 to 1836. (Observations géologiques sur les îles volcaniques visitées pendant l'expédition du *Beagle*, avec quelques courtes notices sur la géologie de l'Australie et du cap de Bonne-Espérance, formant la deuxième partie de la Relation géologique du voyage du *Beagle*, commandé par le capitaine Fitzvoy, pendant les années 1832 à 1836). Ouvrage publié sous l'approbation des lords commissaires du tresor. In-8, 184 pages. Prix. . . . . 10 s. 6 d.

O'BRUIS (M.). Treatise on plane co-ordinate geometry, or the application of the method of co-ordinates to the solution of problems in plane geometry. (Traité de la géométrie plane coordonnée, ou application de la méthode des coordonnées à la solution des problèmes de la géométrie plane. 1 part. in-8, 180 pages. Prix. . . . . 9 s.

HERIGAN (F.). Practical Treatise on the eclipses of the sun and moon, and the deflection of the moon and planets, explaining their calculation by simple and direct methods; with remarks on the anomalies of the present theory of the tides, the superior attrac-

tion of the sun over that of the moon at the surface of the earth, etc., etc. (Traité pratique relatif aux éclipses du soleil et de la lune, et aux déclinaisons de la lune et des planètes, indiquant leur calcul d'après des méthodes simples et directes, accompagné d'observations sur les anomalies que présente la théorie actuelle des marées, etc.) In-8, 120 pages. Prix. 4 s.

CHAPMAN (E.-J.). Brief Description of the characters of minerals, forming a familiar introduction to the science of mineralogy. (Description sommaire des caractères des minéraux, destiné à servir d'introduction à l'étude de la minéralogie.) In-12, 142 pages. Prix. . . . . 4 s.

CIVIL ENGINEERS. Minutes of proceedings of the institution of civil engineers. (Procès-verbaux des séances de la Société des ingénieurs civils.) Session 1842-43. Post 8, 466 pages. Prix. . . . . 6 s. 6 d.

HUNT (R.). Researches on light; an examination of all the phenomena connected with the chemical and molecular changes produced by the influence of the solar rays, embracing all the known photographic processes and new discoveries in the art. (Recherches sur la lumière; examen de tous les phénomènes en rapport avec les modifications chimiques et moléculaires produites par l'influence des rayons solaires, comprenant tous les procédés connus et les découvertes de l'art photographique.) In-8, 312 pages. Prix. . . . . 10 s. 6 d.

HUTCHINSON (H.) Treatise on the practical drainage of land. (Traité du desséchement des terres.) In-8, 216 pages. Prix. . . . . 10 s.

DANA (J.-D.). A System of mineralogy, comprising the most recent discoveries. (Système de minéralogie, comprenant les découvertes les plus récentes.) Deuxième édition. In-8, accompagné de nombreuses gravures sur bois et de 4 gravures sur cuivre, 634 pages. Prix. . . . . 21 s.

PRACTICAL MECHANICS and engineers Magazine. (Magasin pratique à l'usage des mécaniciens et des ingénieurs.) 1er et 2e vol. in-4. Prix de chaque volume. 9 s. 6 d.

Klind (W.). Elements of geology and physical geography, illustrative of the past and present state of the globe. (Eléments de géologie et de géographie physique, expliquant l'état actuel et antérieur du globe.) Deuxième édition. 124 pages. Prix. 2 s. 6 d.

ALLEMAGNE.

1er SEMESTRE DE 1844.

BERZÉLIUS. Annuaire, 23e année, 1er volume. Chimie inorganique et minéralogie. Grand in-8, 302 pages. Tübingen, chez Laupp. Broché . . . 1 th. 17 1/2 ngr.

MARTINI et CHEMNITZ. Cabinet conchyliologique systématique, nouvelle édition, par H.-C. KUSTER. 43e livraison. In-4 de 2 feuilles 1/2 et 6 planches coloriées. Nürnberg, Bauer et Rasp. . . . . 2 th.

FRICKLINGER (Albert). Catéchisme de la stochiométrie. Grand in-8 (101 pages). Nordlingen. Beck. Broché. 17 1/2 ngr.

Dictionnaire de chimie pure et appliquée, par LIEBIG, POGGENDORFF, et WOEHLER. 2e vol. 5e livraison (Diamant-Eis). Gr. in-8. P. 577-664. Brunswick. Vieweg. 2/3 th.

LÖWIG. Répertoire pour la chimie organique. 3e année, 1842. Grand in-8, 318 pages. Zurich, 1843. Broché. . . . . 2 th.

OSANN. Nouvelles additions à la chimie et à la physique. 2e livraison in-8. Pages 37-66. Würtzbourg, Voigt et Mocker. . . . . 1/3 th.

RIEGEL. Description de la source sulfureuse et saline de Grumbach. Grand in-8. 61 pages. Landau, 1843. Kaussler. Broché. . . . . 1/3 th.

SOWERBY. Conchyliologie minérale de la Grande-Bretagne, édition allemande par DESOR, avec additions d'AGASSIZ. 10e à 18e livraisons. Grand in-8. Pages 307-562 et tables 179-351. Soleure, Jent et Gasmann. Chaque livraison : 2 3/4 th.

TABLES chimiques en latin, par BUYS BALLOT. Grand in-8, 60 pages. Utrecht, 1843. Kemink et fils. . . . 2/3 th.

BEYSE. Les plus nouvelles expériences sur les chemins de fer. 1re livraison, grand in-4, 20 pages et une planche lithographiée. Karlsruhe, Macklot. . . . . . . 1/2 th.

— 2e livraison, grand in-4, pages 21-134, 1 planche lithographiée en 2 petites cartes. Id. . . . . . 1 3/8 th.

FEUILLE centrale polytechnique de Hülsse et Weinlig. Année 1844 en 24 livraisons, 3e et 4e volumes de la nouvelle série. Grand in-8. Leipsig, Weidmann. . . 5 th.

JOURNAL des chemins de fer, par Meyer. Année 1844; 52 numéros à 1 feuille in 4. Brunswick. Meyer. . 6 th.

FARDELY. Télégraphe électrique avec son application aux services des chemins de fer. Grand in-8, 72 pages et 2 planches in 1/2 folio. Mannheim. Bensheimer. . 1 th.

ENCYCLOPÉDIE générale des machines, par Jul.-Amb. HULSSE. 11e livraison; feuille 41-50 du 2e volume. Leipzig, Voss. . . . . 1 th.

PRECHTL. Encyclopédie technologique, ou manuel alphabétique de la technologie, de la chimie appliquée aux arts et des machines. 13e volume (Schmieden-Schrauben) Grand in-8, 572 pages, planches 283-321 in-1/2 folio. Stuttgard, 1843. Cotta. . . . . 3 1/2 th.

MÉMOIRES de la Société suisse pour l'histoire naturelle. 6e volume, gr. in-4, 27 feuilles, 20 planches. Neuchatel, 1842. Soleure, Jent et Gasseman. . . . 7 th.

HAUSMANN (J.-F.-L.). Observations géologiques sur les environs de Bade et de Rastadt. Grand in-4, 42 pages. Göttingen, Dietrich. . . . . 1/2 th.

KREIL. Annuaire astronomique et météorologique pour Prague. 3e année, 1844. In-8, 279 pages et 1 planche lithographiée. Pray, Ehrlich.. . . . . 1 1/3 th.

MOLLUSQUES vivants et fossiles de la Sicile, par PHILIPPI. Volume 2. Grand in-4, 303 pages et planches 13-28. Halle, Anton. Cart. . . . . 7 th.

BURCKHARDT. Carte des chemins de fer d'Allemagne et des pays avoisinants. Stuttgard, Rieger. 1 feuille dans son étui. . . . . 1 1/4 th.

LEO. Manuel de la fabrication chimique des couleurs. In-8, 218 pages. Quedlinbourg, Basse. . . . 1 1/3 th.

JOURNAL polytechnique de Dingler. Année 1844 en 12 livraisons. Gr. in-8. Stuttgard. Cotta. . . . . . . 9 1/3 th.

WIEBE Archives pour la construction des moulins et l'établissement de leurs moteurs. 2e livraison : « Les roues hydrauliques. » Gr. in-8. Pages 21 40 avec 6 planches lithographiées grand 1/2 folio. Berlin, Heymann. 2 th.

WOLFER. Encyclopédie des mathématiques appliquées.

3e volume (architecture et constructions), 29 planches lithographiees, 267 pages. Quedlinbourg, 1843. Ernst. 1 1/2 th.

DICTIONNAIRE technique, d'après Ure. KARMARSCH et HEEREN, avec figures dans le tex e. 16e livraison. Grand in-8. Soda-Steinschleiferei. 3e volume. Pages 305-432. Prague, Haase fils. . . . . 5/6 th.

ANNALES de l'observatoire de Vienne, par LITTROW et SCHAUB. 22e volume, 3 planches gr. in-4, 177 pages. Vienne, Wallishausser. . . . . 2 2/3 th.

CARTE géologique de la chaine du Tatra et des soulèvements parallèles. 1 feuille. Berlin, Schropp. . 2 2/3 th.

FREIESLEBEN. Les filons métallifères de la Saxe. Gr. in 8, 107 pages. Freiberg, Engelhardt. . . . . 1/2 th.

ANNUAIRE pour 1844, de SCHUMACHER. In-8, 108 et 254 pages. Stuttgard. Cotta. . . . . 2 th.

KOPP. Développements sur la théorie des volumes Grand in-8, 162 pages. Brunswick, Vieweg. . . . . . 5/6 th.

KOTE. Le cabinet de minéralogie de l'école industrielle supérieure. 2e édition. In-8, 127 pages. Magdebourg, Schmilinsky. . . . . 1/2 th.

LEONHARD (Gustave). Additions à la géologie des environs de Heidelberg, avec 2 planches coloriées. Grand in 8, 52 pages Heidelberg, Mohr. . . . . 1/3 th.

LEONHARD (K.-C.). Géologie. 27 et 28e livraisons. In-8 (5e volume, pages 369-512). Stuttgard, Scheveizerbart. 1 th.

MULDER. Essai d'une chimie physiologique générale; du hollandais de J. MOLESCHOTT. 1re livraison, grand in-8, 128 pages. Heidelberg, Winter. . . . . 1/3 th.

ROTH. Les formes sphéroïdes du règne minéral. Gr. in-4, 40 pages et 8 planches. Dresde, Arnold. . . 1 1/2 th.

BERNOULLI. Aide-mémoire pour les mécaniciens, les ingénieurs et les industriels. 4e édition. In-8, 369 pages. Stuttgard, Cotta. . . . . 1 th.

HARTMANN. Fabrication du fer, de la fonte et de l'acier. 3e volume, 3e livraison; 16 feuilles de texte et 8 planches. Weimar, Voigt . . . . 2 5/6 th.

KLEMM. Les chemins de fer. Grand in-8, 120 pages. Stuttgard, Stein Kopf. . . . . .1/2 th.

KLETKE. Les chemins de fer prussiens et les ordonnances qui les concernent. Gr. in-8, 138 pages. Berlin, Mylius. 3/4 th.

KNAPP. Chimie technologique avec figures dans le texte. 1re et 2e livraisons, grand in-8, 192 pages. Brunswick, Vieweg. . . . . 5/6 th.

JOURNAL de pyrotechnie. 1re livraison, grand in-4, 32 pages et 2 planches. Weimar, Voigt. . . . . 1/3 th.

ADDITIONS à l'histoire des fossiles, avec planches, 6e livraison, par Georges comte de MUNSTER. 13 feuilles de texte. Bayreuth, 1843. Buchner. . . . . 5 1/3 th.

CARTE minéralogique et pétrographique des Alpes bavaroises, entre l'Isar et la Wertach, par PFEIFFER. 1 feuille. Munich, Mey et Widmayer. . . . . . 1/2 th.

LEONHARD (K.-C.). Histoire naturelle du règne minéral. In-8, 160 pages. Carlsruhe, Institut artistique. 3/8 th.

LEUNIS. Synopsis des trois règnes. 1re partie : Zoologie. Grand in-8, 476 pages. Hanovre, Hahn. . . 1 1/2 th.

SCHÖNBEIN. Additions à la chimie physique. Grand in-8, 114 pages. Bâle, Schweighauser. . . . . 3/4 th.

WALCHNER. Chimie populaire. 164 pages in-8. Karlsruhe. 3/8 th.

WÖHLER. Éléments de chimie. 2e partie : Chimie organique. 3e édition, grand in-8, 186 pages. Berlin, Duncker et Humblot. . . . . 2/3 th.

CARTE du chemin de fer de Cologne à Liége. 1 feuille 1/2 folio. Cologne, Matheus. . . . . 8 ng.

ATLAS des chemins de fer de l'Allemagne, de la Belgique et de l'Alsace. Hendschel, 16. Francfort, M. Jügel. 1 5/6 th.

KLUMANN. Instructions pour les orfèvres, et traitement des métaux nobles sous le rapport chimique et métallurgique. In-8, 280 pages. Ulm, Stettin. . . 1 1/4 th.

SCHULTZ. Procédé nouveau et économique pour conserver les bois, avec 4 planches lithographiées. In-4, 65 pages. Weimar, Voigt. . . . . 1/2 th.

BULLETIN de la classe physico-mathématique de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg. Tome 3 en 24 numéros à 1 feuille. Gr. in-4. Leipsig, Voss. 2 th.

ELSNER. Traité d'analyse chimique. 1re partie : Analyse chimique inorganique. In-8, 416 pages. Berlin, Amelang. . . . . 2 th.

FRESENIUS. Analyse chimique quantitative pour les commençants, avec préface de Liébig. 3e édition, gr. in-8, 275 pages. Brunswick, Vieweg. . . . . . . 1 1/3 th.

GMELIN. Manuel de chimie. 4e édition, 15e et 16e livraisons, grand in-8. Pages 1-240 du 3e volume. Heidelberg, Winter. La livraison. . . . . 1/2 th.

MITSCHERLICH. Chimie. 1er volume : Les métalloïdes. 4e édition, grand in-8, 56 feuilles 3/4. Berlin, Mittler. 5 th

MULDER. Essai d'une chimie physiologique générale; du hollandais de J. MOLESCHOTT. 2e et 3e livraisons, gr. in-8, pages 129-304. Heidelberg, Winter. . . . . . . 2/3 th.

PESCHEL. Physique. Grand in-8, 1128 pages, 38 planches. Dresde, Arnold. . . . . 6 th.

ATLAS des chemins de fer d'Allemagne, de la Prusse et de l'Autriche. 2e livraison, 3 feuilles. Leipzig, Rocca. 1/2 th.

DEMME. Le constructeur de machines pratique. 16e livraison, in-8 avec 20 planches, 283 pages. Quedlinbourg, Basse.

HARTMANN. Journal pour les ouvriers en métaux de toute espèce. 1re livraison, grand in-8, 32 pages et 4 planches lithographiées. Weimar, Voigt . . . . 12 1/2 ngr.

KLETKE. Les chemins de fer prussiens et les ordonnances qui les concernent. 2e division : les ordonnances. 2e livraison, gr. in-8, 176 pages. Berlin, Mylius. 27 1/2 ngr.

REDEN. Les chemins de fer de l'Europe et de l'Amérique; statistique, historique, exploitation. 1re partie : Chemins de fer de l'Allemagne. 1re livraison : Chemins de fer de l'Autriche. In-8, 242 pages et 1 planche. Berlin, Mittler. . . . . 1 1/2 th.

REUSSE. Les chemins de fer d'Allemagne sous le rapport de leur histoire, de leurs machines et de leur exploitation, avec une carte et 4 feuilles de texte. Cassel, Fischer. 5/6 th.

SCALA. Nouveau système de chemin de fer permettant de

monter des pentes jusqu'à 1/4. 2e livraison, in-8, pages 55-124. Vienne, Gerold. . . . . .1/2 th.

THON. L'art de faire des alliages. 86 pages et 4 planches. Quedlinbourg, Basse. . . . . 1/2 th.

WERNER. La galvanoplastique et ses applications dans les arts. 84 pages in-8 et 12 planches. Berlin, Duncker. 2 th.

JOURNAL pour les mécaniciens, les constructeurs de machines et les fabricants de pompes à incendie, par C. HARTMANN, 1re livraison, gr. in-4, 20 pages et 8 planches lithographiées. Weimar, Voigt. . . . 13 3/4 ngr.

JOURNAL pour les chemins de fer, la navigation à vapeur et les machines à vapeur, par Charles HARTMANN. 1re livraison, gr. in-4, 32 pages et 5 planches lithographiées. Weimar, Voigt. . . . . .13 3/4 ngr.

ANNALES DE MÉTÉOROLOGIE, de magnétisme terrestre, etc.; rédigées par MM. Granert, Koller, Kreil, Lamont, Plieninger, Quetelet, Stieffel, publiées par le docteur Lamont, conservateur de l'Observatoire royal de Munich (année 1844). Cahier gr. in-8, 200 pages. Munich. 1 th.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES, faites à l'Observatoire royal de Berlin, publiées par F. François Encke, directeur de cet observatoire, 2 liv. in-fol. (XXXII et 204 pag.) Berlin, chez F. Dummler. . . . . 5 th.

BERZELIUS (Jac.). Rapport annuel sur les progrès de la chimie et de la minéralogie, présenté à l'Académie des sciences de Suède, le 31 mars 1843, 23e année, deux cahiers. Chimie végétale et animale, grand in-8, (XII et 303-690 pages). Tubingue, chez Laupp. 2 th. 2 1/2 ngr.

MULDER (G. J.), professeur à l'Université d'Utrecht. Recherches de chimie physiologique générale, avec une préface de l'auteur pour l'édition allemande de son ouvrage. Traduit du hollandais par le docteur H. Kolbe. 2 liv. in-8 (97-184 pag.). Brunswick, chez Vieweg et fils. 1/3 th.

SCHUMACHER (le docteur G. F.). Cristallisation du fer, grand in-8 (XVI-157 pages, y compris 5 planches, grand in-4°). Leipsick, chez Mayer et Wigand. . 2 th.

ARCHIVES de mathématiques et de physique, avec un

aperçu spécial sur les devoirs des professeurs, dans les établissements d'enseignement supérieur; publié par J. Aug Granert, professeur à Greifswald, 5 parties en 4 cahiers grand in-8. Greifswald, chez Koch. 3 th.

FULLE (K. V. B.), professeur de mathématiques et de physique. Etudes de stéréométrie, à l'usage des classes supérieures des gymnases et colléges royaux; grand in-8 (X-98 pages), avec 6 planches 1/2 folio. Breslau, chez Grass, Barth et Cie. . . . . 1/2 th.

ITALIE.

1er SEMESTRE DE 1844.

Le Leggi del magnetismo nel filo congiuntivo percorso dalla corrente voltiana; del professore Francesco Zantedeschi, membro eff. pensionato dell' I. R. instituto. (Con una tavola.) Venezia, coi tipi di Giuseppe Antonelli. 1843. In-8, pag. 8.

Prontuario per l'ingegnere e pel mecanico, o raccolta di tavole numeriche, ed exposizione sinottica di dati e risultamenti positivi necessarii alla risoluzione dei principali problemi del' ingegneria e della meccanica; opera di Giuseppe Cadolini, I. R. ingegnere delle pubbliche costruzioni di Lombardia. Milano, presso Angelo Monti, libraio-editore. 1843. Distrib. VII (vol. VII, parte secunda, o serie terza, distrib. III). In-4 di p. 40-109. —Distrib. VIII (vol. I, parte prima, o serie prima distrib. IV). Di p. 40-109.

Le opere di Galileo Galilei. Prima edizione completa, condotta sugli autentici manoscritti palatini, e dedicata a S. A. I. et R. Leopoldo II, granduca di Toscana. Firenze, Società editrice fiorentina, 1843. Tomo III. In-8 di pag. XII-512, e 10 tavole intagliate.

Annali di fisica, chimica et matematiche, coi bollettini di farmacia et di tecnologia; diretti dal dottore G. A. Majocchi, membro della reale accad. delle scienze di Torino, etc., etc. Volume XIII, primo trimestre 1844. Milano, tipografia di Vicenzo Gugliemini. In-8 di pag. 48.

CARILIAN-GŒURY ET Vve DALMONT, ÉDITEURS,
LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,
A Paris, quai des Augustins, nos 39 et 41.

Mise en vente du tome 2 avec son atlas. Prix : 10 fr. *

TRAITÉ

DE

L'EXPLOITATION DES MINES

PAR

M. CH. COMBES,

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES, PROFESSEUR D'EXPLOITATION
A L'ÉCOLE ROYALE DES MINES.

3 FORTS VOLUMES IN-8°,

ACCOMPAGNÉS CHACUN D'UN ATLAS IN-4°.

Le tome deuxième du *Traité de l'exploitation des Mines* comprend les chapitres suivants : CHAPITRE VI. — CREUSEMENT, BOISAGE, CUVELAGE ET MURAILLEMENT DES PUITS. — CHAPITRE VII. — MÉTHODES D'EXPLOITATION, OU ENSEMBLE DES TRAVAUX SOUTERRAINS D'UNE MINE. — CHAPITRE VIII. — AÉRAGE DES MINES. — Incendies dans les mines de houille. — Éclairage des mines.

Le tome troisième et dernier traitera, d'une manière complète, de tout ce qui concerne le transport des minerais souterrainement et à la surface, l'extraction des minerais, l'épuisement des eaux et la géométrie souterraine.

Ce volume, avec son atlas de 20 planches environ, sera mis en vente en janvier 1845.

---

* Le prix des tomes 1 et 2 (*en vente*) avec leur atlas, est de 22 fr.—Les souscripteurs payent, en outre, 5 fr. à compte du tome III, avec atlas, qui paraîtra en janvier 1846.

En publication chez :

CARILIAN-GOEURY ET Vve DALMONT, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

A Paris, quai des Augustins, nos 39 et 41.

TRAITÉ COMPLET

DE

MINÉRALOGIE

PAR

A. DUFRÉNOY,

Ingénieur en chef des Mines, membre de l'Académie royale des Sciences, professeur aux Écoles royales des Mines et des Ponts et Chaussées, membre des Sociétés Philomatique de Paris, Géologique de France, Linnéenne de Normandie, Géologique de Londres, Géologique de Cornouailles, de la Société Helvétique, correspondant des Académies des Sciences de Berlin, de Turin, de l'Institut national des États-Unis de l'Amérique du Nord, etc.

Trois forts volumes in-8°,

AVEC UN GRAND NOMBRE DE FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE, des planches imprimées en taille-douce et un atlas volumineux.

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME 1er.

MISE EN VENTE *du tome 1er, fort volume in-8°* **de près de 700 pages,** *orné de 288 figures intercalées dans le texte et de 7 planches gravées avec soin.*

Les souscripteurs payent 18 fr. à compte de l'ouvrage complet.—Le tome 2me avec son atlas paraîtra en janvier 1845.

RECHERCHES

Sur la composition des gaz produits dans les opérations de la métallurgie du fer et des gaz produits par divers combustibles;

Par M. EBELMEN, Ingénieur des mines.

(SUITE.)

Les expériences qui font le sujet de ce mémoire forment la continuation et le complément de celles que j'avais entreprises, en suite d'une mission de M. le sous-secrétaire d'état des travaux publics, sur la composition des gaz produits dans les opérations de la métallurgie du fer. Ces premiers travaux, dont les résultats ont été consignés dans les *Annales des mines* (*), avaient été exécutés dans des usines où l'on ne consommait que du charbon de bois. Il m'a paru utile d'étudier, sous le même point de vue, les opérations que l'on exécute avec des combustibles minéraux, la houille et le coke. Ces recherches, comme celles dont je m'étais précédemment occupé, devaient servir tout à la fois à l'explication théorique des phénomènes qui se passent dans l'appareil métallurgique, et à la détermination de la puissance calorifique des produits gazeux.

Je dois à l'amitié de M. Victor Frèrejean d'avoir pu exécuter ce travail dans l'importante usine de Pont-l'Évêque, près Vienne (Isère), qui com-

(*) Tome XVI, p. 545; tome XX, p. 359, 3e série. Tome III, p. 167, 207, 265, 4e série.

prend un haut-fourneau au coke, des fours à puddler et à réchauffer, un feu d'affinerie à la comtoise, des fours à tôle et des ateliers pour le raffinage et le laminage du cuivre. Enfin, depuis le mois de juin 1843, cet habile maître de forges employait d'une manière suivie les gaz de son haut-fourneau pour alimenter un four à réverbère de mazerie, et les résultats obtenus avaient été des plus satisfaisants.

J'ai fait également une série d'expériences sur les gaz du haut-fourneau et d'un des cubilots de l'usine de Vienne, exploitée par MM. Bonnet, Merle, de Piellat et compagnie, qui se sont prêtés avec beaucoup de complaisance à toutes les dispositions nécessaires pour l'extraction des gaz. Je leur en fais ici mes remercîments.

J'ai réuni, dans ce mémoire, toutes les expériences faites dans les usines de Vienne et de Pont-l'Évêque. J'en présenterai successivement les résultats dans l'ordre suivant :

1° Analyse des gaz des hauts-fourneaux de Vienne et de Pont-l'Évêque ;

2° Analyse des gaz d'un cubilot au coke ;

3° Analyse des gaz pris dans les cheminées des fours à puddler et à réchauffer ;

4° Quelques résultats d'expériences sur la production des gaz au moyen des combustibles minéraux.

Je n'ai rien à ajouter aux indications que j'ai données dans mes précédents mémoires sur les procédés suivis pour recueillir et pour analyser les gaz produits. Ces procédés n'ont éprouvé aucune modification.

CHAPITRE PREMIER.

§ I. ANALYSE DES GAZ DU HAUT-FOURNEAU DE VIENNE.

Le haut-fourneau de Vienne marche habituellement en fonte grise de moulage; ses dimensions principales sont les suivantes :

	mèt.
Diamètre au gueulard.	1,30
Diamètre au ventre.	3,15
Hauteur de la cuve.	6,365
Hauteur des étalages.	1,70
Diamètre au sommet de l'ouvrage.	1,30
Hauteur de l'ouvrage.	1,70
Largeur entre les deux tuyères.	0,86
Hauteur du creuset.	0,36
Hauteur totale du fourneau. . . .	10,125

Le vent est lancé dans le fourneau par deux buses de 0^m,061 de diamètre. Les tuyères sont rondes et leur diamètre est de 0^m,067. La pression du vent est habituellement de 0^m,04 de mercure, et sa température est comprise entre 220° et 250° cent.

Les minerais employés sont : 1° du minerai de la Voulte, qui arrive à l'usine tout grillé; 2° du minerai hydroxydé oolitique exploité à Saint-Quentin (Isère), à la base du premier étage jurassique; 3° du minerai en grains des environs d'Autrey (Haute-Saône).

La charge est composée de la manière suivante :

		kil.	
Coke de Rive-de-Gier, 8 rasses pesant.		232	
Minerais grillés.	Minerai riche de la Voulte. .	25	275 kil.
	Minerai carbonaté de la Voulte.	87,5	
Minerai de Saint-Quentin non grillé. .		125	
Minerai en grains d'Autrey.		25	
Castine.		12,5	

Pendant le mois de septembre 1843, la consommation du haut-fourneau, rapportée aux 100 kil. de fonte, a été la suivante :

	kil.	
Coke.	285	
Minerai de la Voulte. . . .	148,19	kil.
Id. Saint-Quentin. . . .	163,43	344,09
Id. en grains.	32,47	
Castine.		25,33
Rendement des minerais.		29 p. 0/0
Nombre de charges en 12 heures. . .		26,50
Produit moyen par charge.		73^{k},27
— en 12 heures.		1985^{k}.

L'appareil à air chaud du haut-fourneau est alimenté par une prise de gaz qui a lieu à 1 mètre au-dessous du gueulard par trois ouvertures rectangulaires de 16 centimètres de hauteur sur 23 de largeur. Les gaz se réunissent dans un conduit unique, et s'enflamment naturellement à leur entrée dans le four à air chaud.

J'ai aspiré des gaz en quatre points différents du haut-fourneau : 1° à la tympe, à 0^{m},62 au-dessus du niveau des tuyères; 2° à 2 mètres au-dessus des étalages; 3° à 1 mètre au-dessous du gueulard; 4° enfin au gueulard.

1° *Gaz pris à la tympe, à 0^{m},62 au-dessus du niveau des tuyères.*

Un trou a été percé dans la maçonnerie, entre deux pierres d'ouvrage, et donnait issue à une flamme blanche qui déposait une poussière très-ténue et d'une blancheur éclatante. Le gaz a été aspiré au moyen d'un canon de fusil muni

intérieurement d'un tube de porcelaine et communiquant par un tuyau en plomb avec l'aspirateur. J'ai obtenu dans deux expériences (*) :

	(1)	(2)	Moyenne.
Acide carbonique. . .	0,70	0,66	0,68
Oxyde de carbone. .	35,59	38,09	36,84
Hydrogène.	1,63	1,18	1,41
Azote.	62,08	60,07	61,07
	100,00	100,00	100,00

2° *Gaz aspirés à 2 mètres au-dessus des étalages et à 4m,36 au-dessous du gueulard.*

Un trou percé au fleuret dans la maçonnerie a servi à l'introduction d'un canon de fusil garni intérieurement d'un tube de porcelaine. Le gaz qui sortait par ce tuyau brûlait à l'air avec une flamme bleuâtre et déposait une poussière blanche. On a obtenu, dans trois analyses, les nombres suivants :

(*) Voici les données de ces expériences :

		(1)	(2)
Gaz.		1575cc.	1470cc.
Baromètre.		754mm,5	753mm,5
Thermomètre.		21°,5	18°,5
Gaz réduit à 0° et à 0m,760. . . .		1444cc.	1359cc.,1
Acide carbonique.		gr. 0,020	gr. 0,018
Produits de la combustion.	Eau.	0,019	0,012
	Acide carbonique. .	1,018	1,025
	Oxygène absorbé. .	0,380	»

	(3)	(4)	(5)	Moyenne.
Acide carbonique (*).	0,46	0,46	0,79	0,57
Oxyde de carbone. .	33,65	34,08	32,44	33,59
Hydrogène.	1,55	1,48	1,10	1,38
Azote.	64,34	63,98	65,67	64,66
	100,00	100,00	100,00	100,00

3° *Gaz aspirés à 1 mètre au-dessous du gueulard.*

Le gaz a été aspiré dans le conduit qui alimente le four où se trouve l'appareil à air chaud. En déplaçant légèrement l'une des briques qui recouvrent le canal, le gaz s'en échappait avec pression et s'enflammait spontanément à l'air. Sa chaleur propre était assez considérable pour que le verre s'y ramollît très-promptement. L'antimoine fondait rapidement dans la conduite, mais non l'argent. Pour aspirer le gaz, j'ai employé un tube de porcelaine recouvert d'une feuille mince de platine. Un tuyau en plomb faisait communiquer le tube de porcelaine avec l'aspirateur au moyen de deux tubes de caoutchouc.

(*) Voici les données de ces expériences :

		(3)	(4)	(5)
Gaz pour l'analyse.		1540cc.	1560cc.	1568cc.
Baromètre.		0m,751	0m,7485	0m,7538
Thermomètre.		19°	20°	17°,4
Gaz ramené à 0° et à 0m,760.		1422cc.	1431cc.	1461cc.,9
		gr.	gr.	gr.
Acide carbonique.		0,013	0,013	0,023
Produits de la combustion.	Eau.	0,017	0,017	0,013
	Acide carbonique.	0,948	0,966	0,939
	Oxygène absorbé.	0,358	»	»
Dosage direct d'azote.		65,2	64,2	65,1

J'ai fait six analyses de ce gaz qui m'ont donné les résultats suivants (*) :

	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	Moyenne.
Acide carbonique.	3,80	3,72	2,44	2,04	2,02	2,59	2,77
Oxyde de carbone.	31,14	31,58	30,18	33,46	31,95	32,72	31,83
Hydrogène.	1,74	1,69	1,95	1,85	1,79	1,87	1,81
Azote....	63,32	63,01	65,43	62,65	64,24	63,02	63,59
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

J'ai cherché à déterminer la proportion de vapeur d'eau contenue dans ces gaz. J'en ai trouvé une quantité tout à fait négligeable, 0gr.,006 pour 1 litre de gaz aspiré.

4° *Gaz aspirés au gueulard.*

Les gaz ont été aspirés au moyen d'un canon de fusil recourbé, et plongeant dans le gueulard de 0m,15. Il était garni intérieurement d'un tube de porcelaine dans la partie exposée au feu. J'ai obtenu dans trois expériences :

(*) Voici les données de ces expériences :

	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Gaz pour l'analyse.......	1500cc.	1400cc.	1560cc.	1588cc.	1575cc.	1525cc.
	m.	m.	m.	m.	m.	m.
Baromètre...........	0,758	0,756	0,7575	0,7575	0,755	0,7465
Thermomètre..........	14°,5	15°,5	15°,5	18°,5	22°	22°
Gaz ramené à 0° et à 0m,760..	1420cc.,6	1317cc.,5	1471cc.	1482cc.	1448cc.	1386cc.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Acide carbonique........	0,107	0,097	0,071	0,060	0,058	0,071
Produits de la combustion. Eau.......	0,020	0,018	0,023	0,022	0,021	0,021
Produits de la combustion. Acide carbonique.	0,876	0,824	0,879	0,982	0,916	0,898
Produits de la combustion. Oxygène absorbé.	0,326	»	»	0,370	0,349	»
Dosage direct d'azote.....	63,1	63,2	65,2	63,1	64,2	63,9

Le gaz n° 7 est le même que celui n° 6. Il est resté deux heures de plus dans l'aspirateur à couche d'huile.

(*)	(12)	(13)	(14)	Moyenne.
Acide carbonique.	13,44	12,66	8,66	11,58
Oxyde de carbone.	23,15	23,90	28,66	25,24
Hydrogène. . . .	2,81	2,47	2,18	2,48
Azote.	60,60	60,97	60,52	60,70
	100,00	100,00	100,00	100,00

(Les gaz analysés sous les nos 12 et 13 ont été aspirés immédiatement l'un après l'autre. Le no 14 a été aspiré en même temps que le gaz no 11 pris à 1 mètre au-dessus du gueulard.)

J'ai déterminé la proportion de vapeur d'eau contenue dans les gaz au gueulard, immédiatement après les prises de gaz (13) et (14), à peu près au milieu de l'intervalle de temps compris entre deux charges, et j'ai obtenu :

	(13)	(14)
Vapeur d'eau pour 100 vol. gaz sec.	6,30	5,45

On peut déjà remarquer qu'il y a une grande différence entre la composition des gaz pris au gueulard, et celle des gaz aspirés à 1 mètre au dessous. Les variations qu'on observe dans la composition des gaz pris au gueulard (exp. 12, 13, 14) tiennent évidemment à ce qu'une partie plus ou moins considérable du courant as-

(*) Voici les données de ces expériences :

		(12)	(13)	(14)
Gaz pour l'analyse.		1530cc.	1590cc.	1556cc.
Baromètre.		0m,7505	0m,750	0m745
Thermomètre.		20°	20°,2	21°
Gaz ramené à 0° et à 0m,760. .		1407cc.	1456cc.	1420cc.
		gr.	gr.	gr.
Acide carbonique.		0,374	0,365	0,243
Produits de la combustion.	Eau.	0,032	0,029	0,025
	Acide carbonique.	0,645	0,689	0,806
	Oxygène absorbé.	0,260	»	»
Dosage direct d'azote.		61,1	61,3	60,1

cendant se rendait, par le conduit placé à 1 mètre de profondeur, dans le four où se trouvait l'appareil à air chaud. Il en résultait des variations correspondantes dans le volume des gaz qui passaient à travers le minerai, et partant, dans leur composition à la sortie du fourneau. Je reviendrai, du reste, plus tard sur ces résultats.

§ II. ANALYSE DES GAZ DU HAUT-FOURNEAU DE PONT-L'ÉVÊQUE.

Le haut-fourneau était remis en feu depuis trois semaines, lorsque j'ai commencé mes expériences. Voici quelles sont ses principales dimensions :

	m.
Diamètre au gueulard.	1,25
Diamètre au ventre.	3,00
Hauteur de la cuve.	7,15
Hauteur des étalages.	2,55
Diamètre au sommet de l'ouvrage.	1,00
Hauteur de l'ouvrage.	0,80
Largeur entre les deux tuyères.	0,75
Hauteur du creuset.	0,50
Hauteur totale du fourneau. . .	11,00

Le fourneau est soufflé au vent chaud. L'appareil pour le chauffage de l'air est disposé à la suite d'un four à réverbère servant au mazéage de la fonte, et qui est alimenté par les gaz du haut-fourneau pris à 3^m,65 de profondeur au-dessous du gueulard. Pendant la durée de mes expériences, la température du vent, près de la tuyère, n'a pas dépassé 130°.

Le fourneau a deux tuyères à eau en fer de 0^m,072 de diamètre. Les buses ont un diamètre de 0^m,067. La pression de l'air sur le porte-vent était comprise entre 35 et 40 centimètres d'eau (0^m,026 à 0^m,030 de mercure).

Le haut-fourneau consomme principalement du minerai oolitique de Saint-Quentin (Isère), que l'on grille dans des fours analogues aux fours à chaux continus, en employant pour cette opération des escarbilles des fours à réverbère. Ce grillage enlève l'eau et une partie de l'acide carbonique du minerai. Le lit de fusion comprend en même temps des scories de forges de Rives et du minerai en grains de la Haute-Saône.

Pendant mes expériences, le fourneau n'était pas encore arrivé tout à fait à sa portée de minerai, mais il n'en différait que de 5 à 6 p. 100, à en juger par les résultats du fondage précédent. La charge se composait de 253 kilog. de minerais divers et de 150 kilog. de coke. Elle rendait 75 kilogrammes de fonte ou 30 pour 100. On passait moyennement 24 charges en 12 heures, et l'on obtenait pendant le même temps 1800 kilogr. de fonte blanche ou truitée pour affinage.

Les gaz du haut-fourneau de Pont-l'Évêque ont pu être aspirés en un assez grand nombre de points : 1° dans le voisinage des tuyères; 2° vers la partie supérieure de l'ouvrage; 3° au grand ventre du fourneau; 4° dans la prise de gaz située à 3^{m},50 au-dessus des étalages et à la moitié de la hauteur de la cuve; 5° enfin, au gueulard.

1° *Gaz aspirés dans le voisinage de la tuyère.*

L'intervalle qui se trouve entre les tuyères et les parois du vide rectangulaire dans lequel elles sont établies, était rempli par du sable réfractaire fortement tassé. On a pu percer facilement, dans ce revêtement de sable, deux ouvertures de 0^{m},02 de diamètre placées dans la verticale qui passe par le centre de la tuyère, l'une à 0^{m},24, l'autre à 0^{m},29

au-dessus du centre. Les gaz s'en échappaient avec force en projetant à l'extérieur de petits fragments de coke et des gouttelettes de fonte et de laitier. En introduisant dans ces orifices un petit tube de porcelaine revêtu extérieurement d'une feuille de platine et communiquant avec l'aspirateur, on a pu recueillir les gaz sans trop de difficulté. Voici les résultats qu'ils ont donnés à l'analyse (*) :

	(15)	(16)
Acide carbonique. .	8,11	5,87
Oxyde de carbone. .	16,53	22,25
Hydrogène.	0,26	0,68
Azote.	75,10	71,20
	100,00	100,00

(15) Gaz provenant de l'orifice percé à $0^m,24$ au-dessus des tuyères.

(16) Gaz provenant de l'orifice à $0^m,29$ de la tuyère.

Il a été facile de comparer les températures des matières contenues dans le haut-fourneau devant la tuyère, à $0^m,24$ et à $0^m 29$ au-dessus. La tuyère paraissait d'un blanc éblouissant. A $0^m,24$, et surtout à $0^m,29$ au-dessus, la teinte était déjà très-sensible-

(*) Voici les données de ces expériences :

		(15)	(16)
Gaz pour l'analyse.		1510cc.	1570cc.
Baromètre.		$0^m,7464$	$0^m,746$
Thermomètre.		$14^\circ,5$	15°
Gaz à 0° et à $0^m,760$.		1408cc.	1461cc.,5
		gr.	gr.
Acide carbonique.		0,226	0,170
Produits de la combustion.	Eau.	0,003	0,008
	Acide carbonique.	0,461	0,644
	Oxygène absorbé. .	»	»

ment jaune. La comparaison était facile à faire, les trois orifices étant disposés sur la même verticale.

2° *Gaz aspirés à la rustine*, à 0^{m},67 *au-dessus du niveau des tuyères.*

Les gaz sortaient avec force de l'orifice pratiqué dans la maçonnerie, et l'intérieur du fourneau, à cette hauteur, paraissait d'un rouge très-clair. J'ai obtenu dans une seule analyse (*).

	(17)
Acide carbonique. .	0,16
Oxyde de carbone. .	36,15
Hydrogène.	0,99
Azote.	62,70
	100,00

3° *Gaz pris au grand ventre du fourneau.*

Deux analyses faites sur des gaz aspirés séparément par une ouverture pratiquée dans la maçonnerie du fourneau et de laquelle les gaz sortaient avec une grande vitesse, ont donné :

	(18)(*)	(19)	Moyenne.
Acide carbonique. .	0,17	0,17	0,17
Oxyde de carbone. .	34,26	33,75	34,01
Hydrogène.	1,43	1,27	1,35
Azote.	64,14	64,81	64,47
	100,00	100,00	100,00

(*) Voici les données de ces expériences :

	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
Gaz pour l'analyse.	1610$^{cc.}$	1564$^{cc.}$	1560$^{cc.}$	1604$^{cc.}$	1578$^{cc.}$
	m.	m.	m.	m.	m.
Baromètre.	0,7485	0,766	0,754	0,7565	0,7555
Thermomètre.	15°	14°	16°	11°	13°
Gaz à 0° et à 0^{m},760.	1503$^{cc.}$	1480$^{cc.}$	1451$^{cc.}$,8	1534$^{cc.}$,5	1497$^{cc.}$,2
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Acide carbonique.	0,005	0,006	0,005	0,018	0,023
Produits de la combustion. { Eau.	0,012	0,017	0,015	0,016	0,020
Produits de la combustion. { Acide carbonique. .	1,076	1,004	0,977	1,083	1,026
Produits de la combustion. { Oxygène absorbé. .	0,390	»	»	0,393	»
Dosage d'azote.	62,1	63,6	65,1	62,9	62,9

4° *Gaz aspirés à la moitié de la hauteur de la cuve.*

Les gaz ont été aspirés dans la conduite qui alimente le four à mazer, tout près de leur sortie du fourneau. J'ai trouvé dans deux analyses faites sur des gaz aspirés séparément :

	(20)	(21)	Moyenne.
Acide carbonique. .	0,59	0,77	0,68
Oxyde de carbone. .	35,64	34,61	35,12
Hydrogène.	1,30	1,66	1,48
Azote.	62,47	62,96	62,72
	100,00	100,00	100,00

La température des gaz à leur entrée dans la conduite était le rouge sombre ; le verre s'y ramollissait très-promptement. Près du four à gaz, cette température suffisait encore pour produire la fusion du zinc, mais non celle de l'antimoine.

5° *Gaz pris au gueulard.*

Les gaz ont été aspirés au gueulard à peu près au milieu de l'intervalle de temps compris entre deux charges, pendant le roulement du four à gaz. Deux analyses faites sur des gaz aspirés séparément ont donné (*) :

(*) Voici les données de ces expériences :

	(22)	(23)
Gaz pour l'analyse.	1595cc.	1590cc.
Baromètre.	0m,760	0m,7592
Thermomètre.	14°,2	14°,8
Gaz ramené à 0° et à 0m,760. .	1516cc.	1506cc.,5
	gr.	gr.
Acide carbonique.	0,188	0,240
Produits de la combustion. — Eau.	0,025	0,024
Produits de la combustion. — Acide carbonique.	0,870	0,828
Produits de la combustion. — Oxygène absorbé.	»	»
Dosage d'azote.	62,7	62,6

	(22)	(23)	Moyenne.
Acide carbonique. . .	6,26	8,04	7,15
Oxyde de carbone. . .	28,98	27,76	28,37
Hydrogène.	2,04	1,98	2,01
Azote.	62,72	62,22	62,47
	100,00	100,00	100,00

Je n'ai pu déterminer la proportion de vapeur d'eau contenue dans les gaz au gueulard; mais cette quantité ne peut être que très-faible, puisqu'on n'emploie à peu près que des minerais grillés dans le lit de fusion.

Recherche du soufre dans les gaz du haut-fourneau.

Dans toutes les expériences dont je viens de donner les résultats, je n'ai pas fait mention des composés du soufre qui pourraient cependant se rencontrer dans les gaz, puisqu'il existe du sulfure de fer en proportion notable dans les combustibles qu'on brûle dans le haut-fourneau. J'ai fait quelques expériences spéciales pour reconnaître s'il y avait du soufre dans les gaz, et à quel état il s'y rencontrerait.

En faisant passer le gaz aspiré au sommet, au milieu et à la base de la cuve, dans une solution d'acétate de plomb, la liqueur n'a pas noirci, bien que j'aie opéré sur un volume très-considérable de gaz.

Il n'existe pas non plus d'acide sulfureux dans les gaz pris aux trois hauteurs que j'ai indiquées. Je m'en suis assuré en faisant passer ces gaz à travers une dissolution aqueuse de chlore. La liqueur essayée par le chlorure de baryum, après le passage des gaz, ne s'est pas troublée; elle ne renfermait donc pas une trace d'acide sulfurique.

Enfin, pour reconnaître s'il existait du soufre

dans les gaz, autrement qu'à l'état d'acide sulfureux ou d'hydrogène sulfuré, j'ai examiné les produits de la combustion dans le four à gaz. Il est bien évident que tous les composés du soufre devaient donner, dans cette combustion, de l'acide sulfureux. En faisant passer un très-grand volume de gaz à travers la dissolution de chlore, j'ai obtenu un trouble sensible par le chlorure de barium; mais, en recommençant l'expérience de manière à pouvoir mesurer le gaz aspiré et à doser ainsi l'acide sulfureux, j'ai reconnu que pour $4^{\text{lit.}},82$ de gaz aspiré à travers la solution de chlore, celle-ci n'avait produit, avec le chlorure de barium, qu'un trouble à peine sensible. Le soufre existe vraisemblablement dans les gaz à l'état de sulfure de carbone, mais la proportion en est tout à fait inappréciable.

En répétant les essais qui précèdent sur des gaz aspirés dans le voisinage des tuyères, à $0^{\text{m}},24$ au-dessus (gaz n° 15), on trouve qu'ils noircissent sensiblement la dissolution d'acétate de plomb. Il existerait donc, dans les gaz de cette région du fourneau, une petite quantité d'hydrogène sulfuré qui se formerait probablement par la réaction de la vapeur d'eau contenue dans l'air atmosphérique sur le sulfure de fer que renferme le coke. Il est fort curieux de voir l'hydrogène sulfuré se former ainsi à une température aussi élevée que celle produite dans le voisinage des tuyères. Ce gaz est sans doute décomposé par le fer ou par la chaux qu'il rencontre en s'élevant dans le fourneau, puisqu'on n'en trouve plus de traces à une certaine hauteur dans l'appareil. Tout le soufre se retrouve dans les produits fixes de l'opération, soit dans la fonte à l'état de sulfure de fer, soit dans le laitier

à l'état de sulfure de calcium, comme l'a démontré M. Berthier. Quand on brûle du coke dans un fourneau à cuve, dans le but unique de produire des gaz combustibles, l'hydrogène sulfuré formé devant les tuyères persiste sur toute la hauteur du générateur, et se retrouve en proportion appréciable dans les gaz qu'on utilise. Je reviendrai sur ces expériences à la fin de ce mémoire (chap. IV, pag. 80).

§ III. EXPÉRIENCES SUR LA TEMPÉRATURE DES HAUTS-FOURNEAUX.

Avant de comparer les résultats des expériences qui précèdent, soit entre eux, soit avec les résultats analogues obtenus dans les fourneaux alimentés au charbon de bois, je vais rapporter ici quelques expériences faites pour déterminer approximativement la température des hauts-fourneaux au coke et au charbon de bois en différents points de leur hauteur. Ces observations ont été faites en introduisant dans le fourneau des fils ou des fragments de différents métaux inégalement fusibles. On arrivait ainsi à connaître deux métaux; dont l'un fondait, dont l'autre ne fondait pas sous l'influence de la température du milieu ambiant, et celle-ci se trouvait ainsi comprise entre deux limites. J'inscris ici mes premiers résultats, mais seulement comme de simples renseignements. J'espère pouvoir présenter plus tard sur ce sujet un travail plus approfondi et en comparer les indications avec les résultats des belles recherches faites par M. Pouillet sur la détermination des hautes températures (*).

(*) Compte rendu des séances de l'Académie des sciences, t. 3, p. 782.

M. Pouillet s'est servi du pyromètre à air pour dé-

Pour introduire les métaux dans le fourneau, j'employais une tige de fer, à l'extrémité de laquelle se trouvait une cavité disposée pour recevoir un très-petit creuset qui contenait le métal essayé, et cette cavité était recouverte par une plaque en fer vissée sur la tige pour maintenir le couvercle du creuset. Dans d'autres expériences, un petit lingot du métal essayé était simplement fixé au bout de la tige en fer et introduit dans le fourneau.

Haut-fourneau d'Audincourt.

Roulement au charbon de bois : air froid : trois semaines après la mise au feu, on consommait 306 kil. de minerais mêlés pour 5 hectolitres de charbon pesant 115 kil. Le fourneau produisait de la fonte très-grise.

---

terminer la capacité calorifique du platine aux diverses températures, et pour graduer un pyromètre électro-magnétique, dans lequel l'intensité d'un courant thermo-électrique sert à la mesure de la température. Par ces différents moyens, M. Pouillet a pu déterminer, en degrés du thermomètre à air, les points de fusion de quelques métaux et les températures correspondantes aux divers degrés d'incandescence. Voici les principaux résultats de M. Pouillet :

Rouge naissant. .	525	
Rouge sombre .	700	
Cerise naissant. .	800	
Cerise.	900	
Cerise clair. . . .	1000	fusion de l'argent.
Fusion de la fonte blanche.	1050	
Orangé foncé. . .	1100	fusion de la fonte grise.
Orangé clair. . .	1200	fusion de l'or.
Blanc.	1300	fusion de l'acier.
Blanc éclatant. . .	1400	
Blanc éblouissant.	1500 à 1600	fusion du fer forgé.

1° *Température propre des gaz au gueulard.* A charge haute, la température propre du courant de gaz n'est pas suffisante pour produire la fusion du soufre (112°).

A charge basse, le soufre fond et reste très-liquide, ce qui prouve que la température du courant n'est pas très-élevée au-dessus de son point de fusion. L'étain ne fond pas. La température des gaz est donc comprise entre 100° et 200° à charge basse.

Je dois ajouter à ces renseignements que très-souvent les gaz des hauts-fourneaux au charbon de bois deviennent troubles après la charge en minerai, ce qui prouve que la température s'abaisse assez pour produire la condensation de la vapeur d'eau entraînée par les gaz. Comme cette proportion ne dépasse pas 12 à 13 p. o/o du volume total du gaz, il faut, pour que la condensation de la vapeur puisse s'opérer, que la température du courant s'abaisse, à charge basse, au-dessous de 50° à 60°.

Pour montrer que la température des gaz des fourneaux au charbon de bois est ordinairement très-peu élevée à leur sortie du fourneau, j'indiquerai encore le fait suivant. Au fourneau de Bley (Haute-Saône), en 1840, trois semaines après la mise en feu, les gaz étant éteints au gueulard, on pouvait tenir la main plongée pendant très-longtemps dans le courant sans éprouver autre chose qu'une faible sensation de chaleur.

2° *Dans la cuve, à* 8^{m},04 *au-dessous du gueulard et à* 0^{m},63 *au-dessus du ventre.*

Je rappellerai que la composition des gaz du fourneau d'Audincourt, à cette hauteur, était la suivante (*Annales des mines*, t. XX, p. 409) :

Acide carbonique. .	0,21
Oxyde de carbone. .	36,39
Hydrogène.	1,79
Azote.	61,61
	100,00

La tige en fer contenant le petit creuset avec un fil d'argent est restée un quart d'heure dans le fourneau : elle en a été retirée chauffée au rouge cerise clair. L'argent était fondu.

Le même essai a été répété, en substituant le cuivre rouge à l'argent. La tige d'essai est restée 20 minutes dans le fourneau. Le cuivre n'était pas fondu.

La température, dans cette partie du fourneau, est donc comprise entre la fusion de l'argent et celle du cuivre.

3° *Orifice pratiqué au contrevent, à* 0^{m},90 *au-dessus de la tuyère.*

A cette hauteur, l'acide carbonique formé devant la tuyère est déjà complétement changé en oxyde de carbone.

Le cuivre fond. L'or fond également. La tige d'essai retirée du fourneau après 20 minutes de séjour, est chauffée au rouge presque blanc. Elle est recouverte de gouttelettes de fonte et de laitier, et creusée d'un grand nombre de petites cavités produites probablement par la fonte en fusion; mais elle ne s'est pas déformée dans le fourneau.

4° *Dans la tuyère*, le fer fond presque momentanément. Une tige de fer de 2 centimètres de diamètre s'est complétement fondue sur 0^{m},25 de longueur en moins d'une demi-minute. La porcelaine y fond aussi presque instantanément.

Haut-fourneau au coke de Pont-l'Évêque.

1° *Au gueulard*, 29 jours après la mise en feu, le four à gaz étant en roulement.

A charge haute, l'étain fond; le plomb ne fond pas : la température est donc comprise entre 228° et 330°.

A charge basse, le plomb et le zinc fondent, mais l'antimoine ne fond pas : la température des gaz est donc comprise entre 360° et 430°.

2° *Au ventre* (la composition des gaz est représentée par les résultats des analyses 18-19).

Un morceau de cuivre rouge, solidement encastré à l'extrémité d'une tige de fer, fond après un quart d'heure de séjour dans le fourneau. La fonte blanche se désagrége, mais ne fond pas.

Le fer est chauffé au rouge cerise clair quand on le retire; en l'examinant après l'avoir trempé, on a reconnu qu'il était recouvert sur 1 millimètre environ d'épaisseur d'une couche aciéreuse.

3° *A* 0m,67 *au-dessus de la tuyère* (gaz n° 17), le cuivre, l'or fondent facilement.

Une baguette de fer rond, de 9 millimètres de diamètre, reste plongée dans le fourneau, sur une longueur d'environ 1 mètre, pendant 15 minutes; on la retire chauffée au blanc naissant et donnant quelques étincelles à l'air, mais sans être déformée; elle est recouverte d'une couche aciéreuse. La porcelaine n'éprouve aucun changement.

4° *A* 0m,29 *au-dessus de la tuyère* (gaz n° 16), une baguette de fer rond, de 9 millimètres, fond complétement sur une longueur de 0m20, en moins d'une minute et demie. Retirée après 3/4 de

minute, elle n'est pas encore fondue, mais elle est chauffée au blanc soudant et donne des étincelles à l'air.

Ces deux expériences ont été répétées, et ont reproduit les mêmes résultats.

5° *A la tuyère*, la même baguette de fer rond, de 9 millimètres de diamètre, introduite dans le fourneau sur 0^{m},30 de longueur, fond en moins d'une demi-minute. La porcelaine y fond aussi presque instantanément.

Les expériences qui précèdent montrent déjà que la température des hauts-fourneaux au coke est notablement plus élevée que celle des fourneaux au charbon de bois dans les mêmes zones de l'appareil. La différence est surtout très-considérable entre les températures des gaz essayées au gueulard, et elle l'aurait été encore davantage, si l'on ne soustrayait pas une partie du courant de gaz, au milieu de la cuve du fourneau au coke, pour alimenter les fours de mazerie. Ces différences de température sont en rapport, comme je le montrerai bientôt, avec les différences qu'on observe dans la composition des gaz pris dans les mêmes régions des deux espèces de fourneaux.

Pour pouvoir faire la comparaison des fourneaux au charbon de bois et des fourneaux au coke, j'ai réuni, dans les tableaux qui suivent, les résultats des analyses faites sur les gaz des hauts-fourneaux de Vienne et de Pont-l'Évêque, et j'ai rapporté, pour chaque composition, la proportion de chacun des éléments du mélange gazeux à un même volume (100) du seul élément invariable, l'azote; on peut

suivre ainsi plus facilement les modifications qu'éprouve la composition du courant de gaz, lorsqu'on passe d'une zone à l'autre du haut-fourneau. Les résultats des analyses des gaz des deux fourneaux au charbon de bois que j'ai examinés ont été aussi réunis dans deux tableaux disposés d'une manière semblable (tome XX, page 419).

Haut-fourneau de Vienne.

	Au gueulard.	A 1 mètr. profondeur.	A 4^m,20 profondeur.	A la tympe.
Acide carbonique. . . .	11,58	2,77	0,57	0,68
Oxyde de carbone . . .	25,24	31,83	33,59	36,84
Hydrogène.	2,48	1,81	1,38	1,41
Azote.	60,70	63,59	64,66	61,07
Totaux.	100,00	100,00	100,00	100,00
Vapeur d'eau pour 100 vol. gaz sec.	5,9	»	»	»
Vapeur de carbone pour 100 vol. azote.	30,3	27,2	26,4	30,7
Oxygène en excès sur 100 vol. azote.	13,6	3,1	0,6	5,0
Hydrogène pour 100 vol. azote.	4,1	2,8	2,1	2,3

Haut-fourneau de Pont-l'Évêque.

	Au gueulard.	A 3m,50 du gueulard.	Au ventre.	Ouvrage à 0,67 de la tuyère.	A 0m,20 de la tuyère.	A 0m,24 de la tuyère.
Acide carbonique. .	7,15	0,68	0,17	0,16	5,87	8,11
Oxyde de carbone. .	28,37	35,12	34,01	36,15	22,25	16,53
Hydrogène.	2,01	1,48	1,35	0,99	0,68	0,26
Azote.	62,47	62,72	64,27	62,70	71,20	75,10
Totaux.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Vapeur de carbone sur 100 vol. azote.	28,4	28,5	26,5	28,9	19,7	16,4
Oxygène en excès sur 100 vol. azote. .	7,9	2,8	0,7	2,8	2,4	4,4
Hydrogène sur 100 vol. azote. . . .	3,2	2,4	2,1	1,6	0,9	0,3

On peut tirer des nombres contenus dans les deux tableaux qui précèdent les conséquences suivantes, qu'il sera intéressant de mettre en regard des conséquences déduites des analyses des gaz des hauts-fourneaux au charbon de bois.

On voit, dans les deux hauts-fourneaux que j'ai étudiés, la quantité d'acide carbonique diminuer rapidement à mesure qu'on s'éloigne du gueulard, en même temps que l'oxyde de carbone augmente. Au fourneau de Pont-l'Évêque, vers la moitié de la hauteur de la cuve, on ne trouve presque plus d'acide carbonique dans les gaz, mais l'oxyde de carbone a augmenté dans une proportion telle, que la somme des volumes de l'acide carbonique

et de l'oxyde de carbone reste constante. Le seul phénomène chimique qui se produise depuis le milieu de la hauteur de la cuve jusqu'au gueulard est donc le changement de l'oxyde de carbone en acide carbonique par l'oxygène du minerai.

Dans la moitié inférieure de la cuve, il n'y a plus notablement d'acide carbonique. La vapeur de carbone diminue depuis la prise de gaz (Pont-l'Evêque) jusqu'au ventre, de 28,5 à 26,5, résultat qu'il convient d'attribuer, soit au dégagement de l'acide carbonique du minerai qui se produit dans cette région du fourneau, soit à la fin de la réduction de l'oxyde de fer qui s'opère alors avec consommation de charbon.

Aux étalages, l'acide carbonique a disparu, et la proportion de vapeur de carbone combinée dans le gaz (26,5) diffère très-peu de celle qui correspond au gaz produit par l'air sur le carbone en excès (26,3 de carbone pour 100 volumes d'azote), en sorte qu'on peut en conclure qu'au grand ventre du fourneau, la transformation de l'oxyde de fer en fer métallique est à peu près complète.

La proportion d'oxyde de carbone paraît augmenter depuis le ventre à la partie supérieure de l'ouvrage (Exp. 1, 2, 17). Ce résultat est tout à fait comparable à ceux que j'avais obtenus dans l'analyse des gaz des parties inférieures des fourneaux de Clerval et d'Audincourt, et me paraît pouvoir s'expliquer avec la même facilité. On doit admettre que les matières pâteuses qui recouvrent les parois de l'ouvrage contiennent du silicate de fer qui se réduit au contact du charbon avec production d'oxyde de carbone, en sorte que les gaz arrivant au jour par un orifice percé dans la paroi sont plus riches en oxyde de carbone que la co-

lonne gazeuse qui circule au centre de l'ouvrage.

La proportion d'hydrogène reste toujours très-peu considérable, et ne varie presque pas du ventre jusqu'au gueulard. Ce gaz provient presqu'en totalité de la décomposition de la vapeur d'eau contenue dans l'air injecté par les tuyères.

Enfin, les analyses confirment d'une manière claire les résultats directs des analyses faites à Clerval et à Audincourt, qui prouvaient la conversion successive de l'oxygène de l'air en acide carbonique, puis en oxyde de carbone, à une faible distance de la tuyère.

Si maintenant nous comparons ces résultats avec ceux que présentent les hauts-fourneaux au charbon de bois, nous reconnaîtrons de grandes analogies et des différences très-notables. De la tuyère jusqu'au ventre, il y a pour ainsi dire identité, sous le rapport de la composition du courant gazeux, entre les deux espèces de fourneaux. Mais, à partir du ventre jusqu'au gueulard, l'analogie n'est plus aussi complète. Ainsi, dans les deux fourneaux au charbon de bois (Clerval et Audincourt), l'acide carbonique augmentait progressivement depuis le ventre jusqu'au milieu de la cuve, et l'oxyde de carbone diminuait en même temps. Du milieu de la cuve au gueulard, le courant gazeux conservait la même composition et se chargeait seulement d'une certaine proportion de vapeur d'eau. Dans les deux hauts-fourneaux au coke, au contraire, c'est dans la moitié supérieure de la cuve que la réduction de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone a principalement lieu.

Les différences dans la position de la zone de réduction tiennent évidemment aux différences que présente la température des gaz, dans les deux es-

pèces de fourneaux, lorsqu'ils arrivent près du gueulard. L'hydroxyde de fer perd son eau vers 300°, et l'action réductive de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène ne commence que vers 360°, après la déshydratation du minerai. Dans les hauts-fourneaux, où la température près du gueulard est très-élevée, comme à Vienne, à Pont-l'Évêque, il est évident que la réduction doit commencer presque aussitôt après l'introduction du minerai dans le fourneau, mais on conçoit qu'il ne peut pas en être de même dans les fourneaux au charbon de bois, dont les gaz ont, près du gueulard, une température si peu élevée.

La transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone par le contact du charbon exige une température beaucoup plus élevée que la réduction de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone. Cette dernière réaction se produira donc seule dans toute la partie supérieure des fourneaux. L'acide carbonique disparaîtra lorsqu'on arrivera dans une zone suffisamment échauffée. Cette zone se trouve placée dans les fourneaux au coke, vers le milieu de la cuve; à Clerval et à Audincourt, elle se trouvait très-près du ventre du fourneau. Ces résultats s'expliquent nettement par les faits que j'ai rapportés plus haut, et qui prouvent que la température des fourneaux au coke, essayée dans les mêmes zones, est toujours supérieure à la température des fourneaux au charbon de bois.

On peut aussi remarquer que les gaz des fourneaux au charbon de bois renferment au gueulard beaucoup plus d'hydrogène que les gaz des fourneaux au coke. En comparant la composition du coke à celle du charbon de bois, on se rend facilement raison de cette différence. Le coke ne perd

par calcination en vase clos que 1 à 2 pour 100 de matières volatiles, tandis que le charbon de bois en perd 10 à 15 pour 100, qui renferment beaucoup d'hydrogène.

Afin de faciliter la comparaison des résultats de ce travail avec ceux obtenus précédemment dans les fourneaux au charbon de bois de Clerval et d'Audincourt, j'ai représenté par des courbes continues la marche que suit la proportion de chaque gaz de la tuyère jusqu'au gueulard. Chacune des *fig.* 1, 2, 3, 4, *Pl. I*, correspond à un fourneau séparé. Les ordonnées inscrites sur l'axe des y indiquent la hauteur au-dessus de la tuyère. Les abscisses représentent la proportion de chaque gaz correspondante à la hauteur déterminée par l'ordonnée (le rapport entre les ordonnées et les abscisses est indéterminé et arbitraire, mais il est le même pour tous les fourneaux). Pour que la courbe représentât les variations absolues qui surviennent dans la proportion de chaque gaz, en passant d'une zone à l'autre du fourneau, il fallait que la composition du mélange gazeux fût constamment rapportée à une proportion constante d'un élément invariable sur toute la hauteur du fourneau. Comme la quantité absolue d'azote qui sort du gueulard est la même que celle qui entre par la tuyère, on a calculé les résultats de chaque analyse, en les rapportant à 100 volumes d'azote. L'azote sera donc représenté sur chaque figure par une ligne droite ($x=100$) parallèle à l'axe des y. Chaque analyse donne un point de la courbe cherchée, et tous ces points ont été réunis par une ligne continue. J'ai représenté par des lignes ponctuées les hauteurs au-dessus de la tuyère correspondantes à chacune des analyses.

Dans les deux fourneaux au charbon de bois de Clerval et d'Audincourt, les deux courbes BBB, CCC, qui représentent l'acide carbonique et l'oxyde de carbone, sont à peu près parallèles à l'axe des y, dans la partie supérieure du fourneau, ce qui montre que les proportions respectives de ces deux gaz restent sensiblement constantes jusqu'à une certaine profondeur. En s'enfonçant davantage, la courbe BB se rapproche de l'axe des y, et finit par l'atteindre à une profondeur qui correspond à peu près au grand ventre du fourneau, tandis que la courbe CCC s'éloigne de plus en plus de cet axe, jusqu'à une certaine distance maximum qui correspond également au grand ventre du fourneau. L'acide carbonique reparaît près de la tuyère, et j'ai admis qu'à $0^m,30$ au-dessus il n'en restait plus notablement, en sorte que la courbe est représentée par une ligne brisée BBB, qui part de l'origine des coordonnées et s'infléchit brusquement en un point

$$\left\{ \begin{array}{l} y = 0^m,15 \\ x = 26,26 \end{array} \right\}$$

pour venir rejoindre l'axe des y à $0^m,30$ au-dessus de la tuyère. Quant à la courbe CCC, à partir du point qui correspond à l'abscisse maximum, et qui se trouve à peu près à la hauteur des étalages, elle se rapproche sensiblement de l'axe des y jusqu'à la hauteur $y = 0^m,30$, où elle s'infléchit brusquement pour atteindre cet axe à $y = 0^m,15$, hauteur correspondante à 26,26 d'acide carbonique pour 100 volumes d'azote.

Dans les fourneaux de Vienne et de Pont-l'Évêque (*fig.* 3 et 4), les courbes BBB, CCC, s'infléchissent immédiatement à partir du gueu-

lard(*). On voit ici, comme dans les deux fourneaux au charbon de bois, que, la courbe BBB se rapprochant de l'axe des y, la courbe CCC s'en éloigne. L'abscisse maximum pour celle-ci correspond à peu près au point où BBB atteint l'axe des y. La zone où l'oxyde de carbone existe seul est beaucoup plus étendue ici que dans les fourneaux au charbon de bois.

La courbe DDD représente l'hydrogène. Dans les fourneaux au coke, cette courbe est très-rapprochée de l'axe des y, et se maintient à une distance à peu près constante de cet axe. Dans les fourneaux au charbon de bois, cette courbe est représentée d'abord par une ligne à peu près parallèle à l'axe des y, et se rapproche de cet axe à partir du point où commence l'inflexion des courbes de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone.

La ligne EEE représente la vapeur d'eau.

Enfin, j'ai représenté par la ligne FFF le volume total des produits gazeux (ramené à 0°), correspondant à 100 volumes d'azote. A la tuyère ($y=0$), ce volume est représenté par une abscisse égale à 126,26. Il augmente rapidement et devient égal à 152,52, lorsque la transformation de l'oxygène en oxyde de carbone est complète. A partir de ce point, très-peu élevé, comme on sait, au-dessus de la tuyère, on voit que, dans tous les fourneaux, la courbe s'éloigne de l'axe des y à mesure qu'on s'élève, mais le mouvement est beaucoup plus marqué dans les four-

(*) Il faut remarquer que l'inflexion de ces deux courbes près du gueulard serait beaucoup moins considérable si l'on n'enlevait pas une partie du courant de gaz pour l'alimentation des fours (voyez p. 48 et 49).

neaux au charbon de bois que dans les fourneaux au coke. Cela se conçoit aisément, puisque l'on emploie beaucoup moins d'air dans les premiers pour obtenir la même quantité de fonte; par conséquent, l'influence du dégagement des produits gazeux du minerai sur le volume total des gaz doit être plus sensible dans ce cas que dans l'autre. On peut remarquer également que, dans certains points de la hauteur du fourneau, l'éloignement de la courbe de l'axe des y se fait bien plus rapidement que dans d'autres, ce qui tient évidemment à ce qu'il s'opère, dans la zone correspondante, un dégagement de produits volatils comme l'acide carbonique de la castine ou la vapeur d'eau des minerais. Dans le fourneau de Pont-l'Évêque, où l'on ne charge que du minerai grillé, la courbe n'éprouve aucune inflexion brusque quand on s'approche du gueulard.

On a vu, par ce qui précède, que les différences observées dans la position des zones de réduction des fourneaux au coke et au charbon de bois tiennent à des différences de température.

Il est assez facile d'expliquer pourquoi, sur toute la hauteur de l'appareil, une tranche quelconque du fourneau au coke est toujours à une température plus élevée que la zone correspondante d'un fourneau au charbon de bois. L'échauffement des matières de la colonne descendante s'opère toujours au moyen de la chaleur sensible que conserve le courant de gaz provenant des tuyères, après la transformation de l'oxygène de l'air en oxyde de carbone. La masse de gaz qui traverse le haut-fourneau est à peu près proportionnelle au combustible introduit. Plus on consommera de carbone pour fondre 1 de minerai, plus la

masse des gaz sera considérable par rapport à celle du lit de fusion, et, par conséquent, plus la température de celui-ci sera élevée. Or, dans les fourneaux au charbon de bois, la consommation de combustible pour 100 de fonte varie entre 100 et 150 de charbon, qui se réduisent par calcination dans la cuve à 90 et 135 de carbone (Clerval, Audincourt). Dans les deux fourneaux au coke que j'ai étudiés, la consommation de coke était de 285 et 200 kil. pour 100 kil. de fonte, ou en déduisant 15 pour 100 de cendres, de 242 et 170 de carbone. Les minerais rendent à peu près autant de fonte à Audincourt qu'à Pont-l'Évêque, à Clerval qu'à Vienne, et l'on en déduit, par conséquent, que la masse des gaz qui traversent les fourneaux, rapportée à une même quantité de fonte obtenue, est presque deux fois plus considérable à Pont-l'Évêque qu'à Audincourt, au fourneau de Vienne qu'au fourneau de Clerval.

Ainsi, les différences observées dans la composition des gaz dans les mêmes zones des fourneaux au coke ou au charbon de bois, tiennent à leur température, et celle-ci est en rapport avec la quantité de combustible consommée. On peut maintenant se demander pourquoi, dans les fourneaux au coke, la consommation en carbone réel est moyennement deux fois plus considérable que dans les hauts-fourneaux au charbon de bois. L'explication de ce fait exige quelques développements.

Il paraît bien constant que le charbon de bois est susceptible, toutes choses égales d'ailleurs, de transformer l'acide carbonique en oxyde de carbone plus rapidement que le coke. Cette manière de voir est appuyée sur l'analyse des

gaz des cubilots (voir chap. II), dans lesquels on trouve encore des proportions considérables d'acide carbonique, et sur la comparaison des analyses faites sur les gaz pris dans le voisinage de la tuyère des fourneaux d'Audincourt et de Pont-l'Evêque. La zone dans laquelle il existe de l'acide carbonique paraît toujours notablement plus étendue avec le coke qu'avec le charbon de bois. Or, il est très-important que la zone dans laquelle existe l'oxygène et l'acide carbonique ne soit pas trop étendue. En traversant cette zone, le fer carburé s'affinerait en partie et produirait des laitiers ferreux. Dans les expériences ci-dessus (n°s 15 et 16), on peut se convaincre que la quantité d'oxygène combinée dans les gaz est très-notablement inférieure à celle qui correspond à l'azote dans l'air atmosphérique, et ce résultat semble prouver qu'il y a oxydation d'une quantité sensible de fer au passage des matières en fusion devant la tuyère. On peut déduire de ce fait plusieurs considérations importantes sur l'allure des fourneaux et sur la nature des fontes produites.

Considérons le cas où il s'oxyderait du fer devant la tuyère, soit par l'oxygène de l'air, soit par la décomposition de l'acide carbonique formé.

D'après Dulong, 1 litre d'oxygène absorbé pendant la combustion du fer correspond à un dégagement de 6.216 unités de chaleur.

Les produits de cette combustion par l'air sont de l'oxyde de fer et de l'azote. La température, calculée au moyen des chaleurs spécifiques de l'azote et de l'oxyde de fer formé, serait 2690° (*Annales des mines*, t. III, p. 192, 4e série). Bien que ce nombre soit un peu incertain, on

peut néanmoins, en le rapprochant de la température due à la formation de l'acide carbonique dans l'air (2200°), tirer cette conclusion, que la température développée par la combustion du fer dans l'air est au moins égale à celle produite par la combustion, également dans l'air, du charbon passant à l'état d'acide carbonique.

Si le fer s'oxyde par la décomposition de l'acide carbonique, il faudra 2 litres de ce gaz pour fournir 1 litre d'oxygène qui, en se combinant au fer, produira 6.216 unités de chaleur. D'un autre côté, il y aura 2 litres d'oxyde de carbone formés, qui, par leur combustion, produiront 6.260 unités, lesquelles auront dû être absorbées et rendues latentes par la décomposition de l'acide carbonique. Ainsi, il y aura d'une part absorption de 6.260 unités de chaleur; de l'autre, dégagement de 6.216 unités. On peut conclure de là qu'il n'y a pas d'absorption sensible de chaleur dans la décomposition de l'acide carbonique par le fer, et par suite, que le mélange d'oxyde de carbone et d'azote produit dans cette réaction, conservera la température due à la formation de l'acide carbonique. Si, au contraire, l'acide carbonique est changé en oxyde de carbone par le charbon, on sait qu'il en résulte une absorption considérable de chaleur latente et un abaissement correspondant de température. Ainsi, plus il y aura de fer oxydé devant la tuyère, plus la température de la colonne gazeuse ascendante sera élevée après le changement complet de l'acide carbonique en oxyde de carbone. Il est évident aussi que la proportion d'oxyde de carbone contenue dans les gaz sera en raison inverse de la quantité d'oxyde de fer formée, puisque l'acide carbonique décomposé par le fer ne

donne qu'un volume égal au sien d'oxyde de carbone, tandis qu'il produit un volume de ce gaz double du sien, quand la décomposition s'opère par le charbon.

On peut établir, par des considérations analogues à celles qui précèdent, que l'élévation de température du courant ascendant due à l'oxydation du fer devant la tuyère, doit être accompagnée d'un refroidissement correspondant dans la température du creuset. En effet, l'oxyde de fer formé se trouvant dans les scories à l'état de silicate, il y aura nécessairement réaction entre cet oxyde et le carbone de la fonte ou les fragments de charbon mêlés avec le laitier. Les analyses des gaz pris à la tympe du fourneau de Clerval (*Annales des mines*, t. XX, p. 390, 3e série), celles des gaz pris au contrevent et à la rustine du fourneau d'Audincourt (p. 407) prouvent clairement que cette réaction a toujours lieu, et qu'elle produit de l'oxyde de carbone. Or, il est facile de voir que cette formation d'oxyde de carbone doit être accompagnée d'une absorption considérable de chaleur latente (1).

Pour 1 litre de vapeur de carbone (1gr,078), passant à l'état d'oxyde, il y a 1.598 unités de chaleur dégagées. Mais il y a en même temps une

(*) L'oxydation du fer au passage devant la tuyère et la réaction du charbon sur le silicate de fer des scories, se prouvent encore par le fait suivant. Quand on coule la fonte, le laitier qui arrive sur le métal à la fin de la coulée est noir et beaucoup plus ferrugineux que le laitier sorti dans l'intervalle compris entre deux coulées. Le silicate ferreux formé devant la tuyère paraît pouvoir traverser le laitier en vertu de sa plus grande densité; puis il se réduit au contact de la fonte et par son carbone, en devenant semblable au laitier ordinaire.

quantité de fer réduite telle, que sa combinaison avec un litre d'oxygène donnerait 6.216 unités. Il y a donc nécessairement absorption de 6.216—1.598 = 4.618 unités de chaleur dans cette réaction.

Ainsi, l'élévation de température de la colonne gazeuse ascendante, et par suite, des matières contenues dans le fourneau au-dessus des tuyères, sera accompagnée d'un refroidissement du creuset correspondant à la quantité de fer réduite.

Ces principes me paraissent pouvoir expliquer les différences de roulement des fourneaux au coke et au charbon de bois, et les principales variations qu'on observe dans l'allure des hauts-fourneaux.

On doit admettre, *à priori*, que l'oxydation, devant la tuyère, du fer réduit dans la partie supérieure du fourneau, sera toujours, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus considérable, que la proportion du fer, par rapport au charbon, sera plus grande dans le lit de fusion. On conçoit, en effet, que l'oxygène de l'air et de l'acide carbonique se partageront près de la tuyère, entre le fer et le carbone, dans un rapport nécessairement variable avec les proportions respectives de ces deux corps.

Si maintenant nous comparons deux combustibles qui agissent avec une rapidité différente sur l'air et sur l'acide carbonique, comme le coke et le charbon de bois, il est bien évident qu'il faudra augmenter la masse du charbon le moins combustible, par rapport à celle du minerai, afin que l'oxydation du fer ne soit pas plus considérable dans un cas que dans l'autre. Aussi l'expérience a-t-elle prouvé qu'il fallait en moyenne deux fois

plus de coke que de charbon de bois pour produire, dans le haut-fourneau, le même poids de la même nature de fonte.

On explique de la même manière les différences de consommation d'un même fourneau, employant toujours le même combustible, suivant qu'on veut produire des qualités différentes de fonte. Ainsi l'on sait que l'on consomme beaucoup plus de charbon pour avoir des fontes grises que pour avoir des fontes blanches.

Dans le roulement normal en fonte blanche, la température des gaz au gueulard ne peut guère être plus basse que celle des gaz du haut-fourneau d'Audincourt, qui marchait, comme je l'ai indiqué, en fonte très-grise, et la différence, si elle existait, ne serait pas en rapport avec la diminution de consommation du combustible. Si la température des gaz à leur sortie d'un fourneau marchant en fonte grise est à peu près la même que dans le roulement normal en fonte blanche, il faut nécessairement en conclure que la température des gaz, après la formation de l'oxyde de carbone, était plus élevée dans ce dernier cas que dans le premier. En effet, le volume des gaz dépendant de la proportion de carbone consommée, il est évident qu'il y aura, pour un même poids de minerai, plus de gaz circulant dans le fourneau, dans le roulement en fonte grise que dans le roulement en fonte blanche. Si la température est la même dans la cuve, c'est que le courant était plus échauffé près de la tuyère dans un cas que dans l'autre, et cette circonstance ne peut s'expliquer que par la combustion devant la tuyère d'une certaine quantité de fer qui passe dans le laitier et blanchit la fonte.

Les fontes blanches se produisent assez souvent dans les hauts-fourneaux qui marchent en fonte grise par l'effet d'un dérangement du fourneau. Quand ce dérangement est de longue durée, on reconnaît que *la chaleur monte au gueulard;* les gaz y arrivent avec une chaleur presque suffisante pour faire rougir les parois intérieures de la cuve. En même temps, les fontes sont blanches et les laitiers très-chargés d'oxyde de fer, en sorte que les minerais ne rendent que fort peu de métal. Cette élévation considérable dans la température de la cuve est accompagnée d'un refroidissement très-sensible dans la température du creuset. Ces circonstances fort singulières de l'allure des hauts-fourneaux me paraissent s'expliquer de la manière la plus naturelle, en tenant compte des considérations présentées plus haut. Cette grande élévation de température dans la cuve ne peut tenir qu'à une augmentation correspondante dans la quantité de chaleur sensible entraînée par le courant de gaz après la formation de l'oxyde de carbone. Un faible rendement en fonte et le refroidissement du creuset en sont la conséquence immédiate.

L'expérience prouve que la fonte grise en contact avec des scories chargées de silicate de fer blanchit très-rapidement. On conçoit donc comment il doit se produire de la fonte blanche dans les dérangements dont je viens de parler. Le fait est aussi d'accord avec la théorie de M. Karsten sur la production des différentes espèces de fontes. La fonte blanche, d'après M. Karsten, se produit à une température plus basse que la fonte grise. Cet abaissement de température, qui accompagne la formation de la fonte blanche, n'est-il pas dû à

l'action décarburante du silicate de fer contenu dans les scories ?

Un dérangement de peu de durée, comme une chute de minerais devant la tuyère pendant quelques heures, ne produit pas sensiblement le transport de la chaleur au gueulard, en raison de la masse des matières contenues dans le fourneau. Le seul symptôme du dérangement consiste dans la production des fontes blanches et des laitiers ferreux. Mais quand on emploie les gaz des hauts-fourneaux dans des fours à réverbère à haute température, on s'aperçoit immédiatement du moindre dérangement survenu dans l'allure du fourneau par l'abaissement qui se produit dans la température du four. Nous avons vu effectivement que la proportion d'oxyde de carbone contenu dans les gaz était d'autant plus faible, que la quantité de fer brûlée devant la tuyère était plus considérable.

L'emploi d'un vent trop fort, qui augmente l'étendue de la zone oxydante ou de minerais trop riches ou trop fusibles, qui laissent le fer mal protégé dans leur passage devant la tuyère, sont les principales circonstances qui déterminent la formation de la fonte blanche et le transport de la chaleur au gueulard. Le meilleur moyen de corriger cette tendance consiste dans l'emploi du vent chaud.

Si j'ai beaucoup insisté sur les considérations qui précèdent, c'est que je suis convaincu que l'application des résultats des recherches de Dulong sur les chaleurs de combustion à la théorie des hauts-fourneaux, permet d'expliquer d'une manière simple et naturelle les principales circonstances de leur roulement et les variations singulières qu'on observe dans leur allure.

En résumé, les résultats des analyses faites sur les gaz des fourneaux au coke confirment très-nettement les conclusions que j'avais tirées d'un précédent travail sur la composition des gaz des fourneaux au charbon de bois et sur la théorie des phénomènes qui s'y produisent.

On a dû remarquer que la zone de réduction du minerai, située, dans les fourneaux au charbon de bois, dans la moitié inférieure de la cuve, occupait au contraire, dans les fourneaux au coke, la partie supérieure de l'appareil. J'ai montré que cette différence de position de la zone de réduction tenait aux différences bien constatées entre les températures des mêmes zones des deux classes de fourneaux.

On a vu que la plus grande élévation de température des fourneaux au coke était la conséquence de leur plus forte consommation en combustible. J'ai fait voir que ce dernier résultat s'expliquait par les différences de combustibilité du coke et du charbon de bois. Enfin, les mêmes considérations ont permis de montrer de quelle manière la production des diverses espèces de fonte se trouvait liée à la consommation du combustible et à la répartition de la chaleur dans le haut-fourneau.

§ IV. SUR L'EMPLOI DES GAZ DES HAUTS-FOURNEAUX AU COKE.

On n'a commencé que depuis peu d'années à utiliser les flammes perdues des hauts-fourneaux au coke. Le bas prix du combustible employé dans la fabrication du fer à l'anglaise est sans doute la principale cause du retard qu'on a mis à employer cette source de chaleur. On s'en sert

maintenant dans quelques usines pour le chauffage des chaudières à vapeur qui font mouvoir les souffleries, et je dois rappeler à cette occasion que le chauffage des chaudières à vapeur était au nombre des usages des flammes perdues des hauts-fourneaux énumérés par M. Berthier, dans l'important mémoire qu'il a publié en 1814 sur la découverte de M. Aubertot dans le *Journal des Mines*.

Les conséquences naturelles du travail de M. Aubertot ne se sont développées qu'avec lenteur, et c'est seulement depuis quinze ans environ qu'elles ont acquis une véritable importance. Aujourd'hui l'opinion publique est préoccupée surtout de l'emploi des gaz des hauts-fourneaux pour l'affinage de la fonte. On ne peut pas sérieusement contester en France, à M. Faber Dufaur, l'honneur qu'on lui accorde dans toute l'Europe, d'avoir réalisé le premier cet important progrès dans l'art des forges (*). Ses procédés sont employés régulièrement aujourd'hui dans plusieurs usines françaises et étrangères, mais aucune application n'en avait été faite jusqu'ici aux gaz des hauts-fourneaux au coke. M. Victor Frèrejean vient de combler cette lacune et d'appliquer avec beaucoup de succès la chaleur produite par la combustion des gaz de son haut-fourneau à l'alimentation d'un four à réverbère de mazerie.

(*) Les dates citées par M. Delesse, dans l'excellente description qu'il a donnée des procédés de M. Faber Dufaur (*Annales des mines*, 4e série, t. I, p. 433), prouvent que les premiers essais de ce célèbre métallurgiste datent de 1837. En 1840, les résultats pratiques qu'il avait obtenus étaient déjà connus de presque tous les métallurgistes et d'un grand nombre de maîtres de forges.

Le gaz est pris dans le haut-fourneau à $3^m,60$ du gueulard, à l'aide de plusieurs ouvertures pratiquées sur le pourtour de la cuve et qui communiquent les unes avec les autres par un système de conduits rectangulaires entre eux, de telle sorte qu'on puisse les nettoyer facilement. Le gaz est amené sur le sol de l'usine par une conduite en tôle de $0^m,40$ de diamètre.

Le four à gaz est construit comme l'indique la *fig.* 1, *Pl. II.* Sa disposition diffère peu de celle des fours de Vasseralfingen, dont la description a été donnée par M. Delesse.

Le vent chaud pour la combustion des gaz est fourni par 7 buses en tôle de 18 lignes de diamètre. A la suite du four, dans la cheminée, il y a deux appareils à air chaud ; l'un qui sert pour le haut-fourneau, l'autre pour le four à gaz. La température de l'air pour le haut-fourneau était de 185° à sa sortie de l'appareil, et seulement de 126° à la tuyère. La température de l'air pour brûler les gaz, mesurée sur la caisse à vent placée à la partie antérieure du four, était de 140°.

Les gaz, à leur sortie du haut-fourneau, sont chauffés au rouge, puisque le verre plongé dans la conduite s'y ramollit ; mais, lorsqu'ils sont arrivés près du four, leur température s'est abaissée au-dessous du point de fusion de l'antimoine. Le zinc y fondait encore assez facilement. La température des gaz était donc comprise entre 360° et 432° : nous admettrons 400°. Les gaz perdent au moins 200° dans leur circulation à travers la conduite en tôle.

La disposition actuelle du four présente quelques inconvénients : 1° on devrait pouvoir chauffer l'air pour la combustion des gaz à une tem-

pérature plus élevée que celle qu'on obtient, et arriver à 250° ou 300° ; 2° il n'est pas convenable de faire dépendre l'appareil à air chaud du haut-fourneau du roulement du four à gaz, à moins d'avoir, comme M. Frèrejean se propose de le faire, deux fours pouvant marcher indépendamment l'un de l'autre, afin que l'on ne soit pas obligé de souffler le haut-fourneau au vent froid, lorsqu'il y aura des réparations à faire au four ; 3° au lieu de faire arriver le gaz par un des côtés du four, il serait, je crois, préférable de l'introduire par une ouverture dont le centre serait dans l'axe du four, afin que le mélange du gaz et de l'air comburant puisse se faire d'une manière plus uniforme ; 4° enfin, il serait convenable de réduire autant que possible la perte de chaleur qu'éprouvent les gaz en se rendant du haut-fourneau au four, en entourant la conduite en tôle d'une enveloppe peu conductrice de la chaleur ou d'une maçonnerie.

Malgré ces imperfections dans la construction du four qui a été considéré comme un simple four d'essai, on a réussi, sans aucune difficulté, à mazer la fonte. On fond dans le four 400 kil. de fonte en 1 heure 1/2 ou 7/4 d'heure ; pendant le dernier quart d'heure on brasse la matière fondue avec des battitures, dont on jette deux ou trois pelletées sur la sole, puis on y projette de l'air par la tuyère latérale pendant 10 à 20 minutes, suivant la nature de la fonte, et l'on fait la coulée. Le trou de coulée se trouve immédiatement au-dessous de la porte du four. Il est fermé avec un tampon d'argile dans l'intervalle de deux coulées.

En 21 jours d'octobre et de novembre 1843, on

a obtenu dans le four à gaz 77.744 kil. de fonte mazée, avec un déchet de 6 à 7 p. o/o. Les fontes sur lesquelles on a opéré étaient des fontes très-grises.

Les résultats obtenus par M. Frèrejean sont d'une grande importance pour les usines au coke, puisqu'ils prouvent qu'on peut non-seulement économiser le combustible employé jusqu'ici pour le mazéage de la fonte, mais encore réduire à 6 ou 7 p. o/o le déchet qui s'élève à 13 ou 14 dans les fineries à l'anglaise.

En examinant la composition des gaz qu'on brûle dans le four (n°s 20, 21), on se rend facilement raison de la haute température à laquelle on arrive par leur combustion, puisqu'ils contiennent près de 37 p. o/o de gaz combustibles, oxyde de carbone et hydrogène, proportion beaucoup plus considérable que celle contenue dans les gaz des fourneaux au charbon de bois, à la même hauteur dans la cuve.

La mise en feu du four à gaz pendant le dernier roulement du fourneau (1843) n'a amené aucun changement dans sa bonne allure. On peut donc en conclure que la soustraction du gaz à cette hauteur dans la cuve n'est pas nuisible au roulement du fourneau.

Cette conclusion est opposée à celle que j'avais présentée pour les hauts-fourneaux au charbon de bois d'Audincourt et de Clerval, mais il est facile d'indiquer la raison de cette différence. Dans les fourneaux au coke, la quantité de carbone, comparée à la quantité de fonte obtenue, étant deux fois plus considérable que dans les fourneaux au charbon de bois; la proportion des gaz qui traversent le haut-fourneau est, toutes

choses égales d'ailleurs, deux fois plus considérable dans un cas que dans l'autre. En soustrayant, à partir du grand ventre, dans un fourneau au coke, la moitié des gaz de la colonne ascendante, il en restera dans la cuve, par rapport à un même poids de minerai, tout autant que dans un fourneau au charbon de bois. La composition chimique des gaz à la base de la cuve est, comme on l'a vu, la même avec les deux combustibles, et leur chaleur propre est plus grande avec le coke qu'avec le charbon de bois. Dans le cas de soustraction de la moitié du courant, à la base de la cuve, il est donc évident que l'échauffement et la réduction du minerai s'effectueraient, dans le fourneau au coke, de la même manière que dans le fourneau au charbon de bois. Seulement les gaz, à leur sortie du fourneau par le gueulard, seraient moins chauds et moins riches en oxyde de carbone que dans le cas où la soustraction n'aurait pas lieu.

Les données que j'ai inscrites plus haut sur le roulement des fourneaux de Vienne et de Pont-l'Évêque peuvent nous permettre de déterminer approximativement le volume des gaz qui traversent le haut-fourneau, et celui des gaz qui se rendent dans les fours.

Au fourneau de Vienne, la consommation au quintal de fonte était de

Coke.	285 kil.
Minerais et castine.	369,42

Le lit de fusion renferme environ 115 kil. de carbonate de chaux contenant : acide carbonique : 50^k,6, formés de :

Carbone. . . . 13,8
Oxygène. . . . 36,8

Le coke renfermant 15 p. 100 de cendres, il correspond à 242 kil. de carbone réel, qui ont absorbé, pour se changer en oxyde de carbone, 322 kil. d'oxygène.

Or, 100 kil. de fonte provenant du peroxyde de fer, correspondent à 44 kil. d'oxygène, qui, joints aux 36k,8 d'oxygène provenant de la castine, donnent 80k,8.

Cette quantité d'oxygène, provenant du lit de fusion, et qui doit se retrouver dans les gaz, équivant aux 0,251 de l'oxygène qui a servi à transformer le coke en oxyde de carbone.

Le gaz, pris à 1 mètre de profondeur, renferme 63,6 d'azote, qui correspondraient, dans l'air atmosphérique, à 16,70 d'oxygène; or, la quantité d'oxygène combinée dans 100 p. de gaz est 18,69; l'oxygène en sus de celui qui provient de l'air est donc représenté par 1,99, ou bien par 11,9, en représentant par 100 l'oxygène de l'air introduit par la tuyère.

Si l'on fait le même calcul pour les gaz pris au gueulard, on trouve que l'oxygène combiné dans les gaz, en sus de celui qui correspond à l'azote, forme les 52,2 de l'oxygène provenant de l'air atmosphérique.

On peut déduire de ces données le rapport du volume du gaz soustrait à 1 mètre de profondeur au volume total. En effet, puisque 25,1 doit représenter l'oxygène du minerai correspondant à 100 d'oxygène atmosphérique, il en résulte que la quantité d'oxygène que prendraient les gaz en se rendant d'un mètre de profondeur au gueu-

lard, s'il n'y avait pas de soustraction, serait 25,1 — 11,9 = 13,2.

Dans le cas qui nous occupe, la quantité d'oxygène prise par le gaz en s'élevant de 1 mètre de profondeur jusqu'au gueulard est 52,2 — 11,9 = 40,3.

Le volume de gaz qui traverse l'espace compris entre la prise de gaz et le gueulard, est donc les $\frac{13,2}{40,3}$ = 32,7 p. 100 du volume total du gaz à 1 mètre de profondeur.

Nous pouvons faire un calcul analogue pour le fourneau de Pont-l'Évêque. Il consomme pour 100 kil. de fonte, 200 kil. de coke équivalant à 170 kil. de carbone réel, lesquels prendront 226^k,7 d'oxygène pour former de l'oxyde de carbone.

100 kil. fonte correspondent à 40 kil. d'oxygène seulement, à cause de l'emploi des scories de forges, et à 337 kil. de minerai grillés, qui contiennent environ moitié de leur chaux à l'état caustique, d'après l'expérience que j'en ai faite.

Les 337 kil. contiennent 84 kil. de chaux et d'acide carbonique, formés de :

Chaux.	60 k.		
Acide carbonique.	24	Oxygène. .	17^k,5
		Carbone. .	6,5

L'oxygène combiné dans le gaz, en sus de l'oxygène atmosphérique, sera donc 57^k,5, ou les 25,3 pour 100 de l'oxygène de l'air.

Le gaz pris à 3^m,50 de profondeur renferme 62,7 d'azote correspondant dans l'air à 16^k,47 d'oxygène. Or, la quantité d'oxygène combinée est de 18,24. La différence 1,77 représente les 10,7 p. 100 de la quantité d'oxygène correspondant à l'azote.

Au gueulard, l'oxygène correspondant à l'azote est	16,41
celui combiné dans le gaz.	21,34
La différence.	4,93

représente les 30 p. 0/0 de l'oxygène atmosphérique.

Le rapport du volume gazeux qui sort par le gueulard au volume total du gaz qui arrive à $3^m,50$ au-dessous, sera $\frac{25,3-10,7}{30,-10,7}=\frac{14,6}{19,3}=75,6.$

Ce qui passe à travers la conduite en tôle pour arriver au four, est donc les $\frac{24,4}{100}$ ou 1/4 environ du courant total.

On brûle par heure 300 kil. de coke dans le fourneau de Pont-l'Évêque. La consommation du four à mazer correspond donc par heure à 75 kil. environ de coke changé en oxyde de carbone. C'est à peu près la consommation en houille d'un four à puddler.

Les calculs qu'on vient de lire permettent, comme on l'a vu, de déterminer la quantité de gaz consommée dans un four dépendant d'un haut-fourneau, lorsqu'on connaît les principales données du roulement du fourneau, la composition du lit de fusion, et celle des gaz pris au gueulard, et dans la conduite. Cette détermination, qui pourra se faire habituellement avec assez d'exactitude, présente quelque incertitude dans le cas particulier du fourneau de Pont-l'Évèque, en raison de l'emploi du minerai grillé. Il est très-difficile de savoir exactement la proportion de calcaire qui a été décomposée dans le grillage, parce qu'elle varie d'un morceau à l'autre, et d'un grillage au grillage suivant.

Nous pouvons encore déduire des résultats des analyses, comparés au roulement du fourneau : 1° Le volume total des gaz qui circulent dans le fourneau; 2° la quantité totale de chaleur que peut fournir la combustion du courant de gaz pris à diverses hauteurs; 3° le volume de l'air nécessaire, dans chaque cas, pour cette combustion; 4° enfin, la température maximum qui doit en résulter.

1° Le fourneau de Vienne consomme moyennement par heure 471^k,4 de coke qui équivalent à 400,70 de carbone réel,

	k.
Carbone réel consommé par minute.	6,68
Poids des minerais et de la castine dans le même temps.	10,18
Ces 10^k,18 renferment : carbonate de chaux. .	3,17
et carbone.	0,38

La quantité de carbone contenue dans le lit de fusion est les $\frac{5,3}{100}$ du carbone total $\left(\frac{38}{706}\right)$.

Or, d'après les résultats des analyses, si l'on prend le gaz à 1 mètre de profondeur, on trouve que 100 vol. d'azote correspondent à 27,2 vol. de vapeur de carbone, ou, en défalquant 5,3 p. 100, à 25,8 vol. de vapeur de carbone.

100 d'azote en poids correspondant à 22,11 de carbone, on aura donc introduit dans le fourneau par minute 30^k,21 d'azote ou 39^k,23 d'air qui équivalent à 30^{mc},17.

Le volume des gaz secs qui traversent dans une minute la section du fourneau, prise à 1 mètre de profondeur, ramené à 0° et à la pression de 0^m,760, sera donné par la proportion :

$$79.2 : 63,59 :: x : 30^{m.c.},17; \qquad x = 37^{m.c.},57.$$

D'après les calculs rapportés plus haut, les $\frac{32,7}{100}$ du volume du gaz arrivent au gueulard, et les $\frac{67,3}{100}$ se rendent dans le four à air chaud. On a donc par minute,

	mc.
Volume des gaz qui se rendent dans le four à chaleur perdue.	25,29
Idem. qui s'échappent au gueulard.	12,28

Ces nombres nous permettent de déterminer la quantité de chaleur que peut produire la combustion des gaz, et le rapport de cette quantité de chaleur à la chaleur de combustion du coke brûlé dans le fourneau. Les gaz renferment :

	A 1m profondeur.	Au gueulard.
Oxyde de carbone.	31,83	25,24
Hydrogène.	1,81	2,48
Total.	33,64	27,72
D'où chaleur de combustion (*) :		
Sur 1 litre de gaz	1,0529	0,8676
Sur la totalité des gaz.	26627,8	8198,2
Total.	34826	

Or, 6k,68 de carbone produiraient dans le même temps, par une combustion complète, 48.697 unités de chaleur.

D'où l'on déduit pour le rapport de la chaleur de combustion des gaz à celle du carbone consommé le nombre. 0,715

Si l'on tient compte de la chaleur propre des gaz à leur sortie du fourneau, le rapport de la

(*) La chaleur de combustion d'un litre d'oxyde de carbone ou d'hydrogène étant représentée d'après Dulong par 3,130 unités de chaleur, et celle d'un gramme de carbone par 7,290 unités.

chaleur perdue à la chaleur de combustion du coke sera plus élevé encore.

En effet, la température des gaz pris à 1 mètre de profondeur, doit être évaluée au moins à 500°, puisque le verre s'y ramollit. Nous admettons 100° pour la température moyenne des gaz à leur sortie du haut-fourneau, et 0,350 pour la chaleur spécifique correspondante à 1 litre de gaz. On trouvera ainsi que les gaz, à 1 mètre de profondeur, renferment en calorique sensible 4425,7, et ceux qui sortent du fourneau 429,8; total: 4855,5.

La chaleur sensible des gaz équivaut donc aux 0,10 de la chaleur de combustion du carbone introduit dans le fourneau.

Le coefficient qui représente le rapport de la chaleur perdue totale à la chaleur qui serait développée par la combustion complète du carbone, est donc 0,815.

Le nombre total des calories qui représente la chaleur perdue sera 34826 + 4855,5 = 39681,5.

Si l'on admet que l'on consomme, dans les machines à vapeur, 25.000 calories par force de cheval et par heure, on trouvera que la chaleur perdue du fourneau de Vienne correspond à 95,6 chevaux-vapeur.

On peut calculer la température de combustion des gaz pris à différentes hauteurs dans le fourneau de Vienne, et former un tableau analogue à ceux que j'ai calculés pour les fourneaux d'Audincourt et de Clerval (*).

(*) Voyez, pour la manière de faire les calculs, la note insérée dans les *Annales des mines*, t. III, 4ᵉ serie, p. 253.

Haut-fourneau de Vienne 1843.

	Volume du gaz par minute.	Air nécessaire à la combustion sur 1 litre de gaz.	Chaleur de combustion. Sur 1 litre de gaz.	Chaleur de combustion. Sur la totalité.	Chaleur sensible sur 1 lit. L'air et les gaz étant supposés à 300°. Gaz.	Chaleur sensible sur 1 lit. L'air et les gaz étant supposés à 300°. Air.	Température de combustion. Air et gaz à 0°.	Température de combustion. Air et gaz à 300°.
		litres.	calories.	calories.	calories.	calories.	degrés cent.	degrés cent.
Gaz pris au gueulard.	12,28	0,666	0,8076	8,1982	0,108	0,069	1515	1824
Gaz à 1m. de profondeur.	37,57	0,808	1,0529	39557	0,106	0,084	1751	2070
Gaz à 4m,20 de profondeur.	36,90	0,840	1,0945	40387	0,106	0,087	1780	2092
Gaz calculé. { Oxyde de carbone. . . . 34,43 / Azote. . . . 65,57 }	36,28	0,827	1,0770	39078	0,105	0,086	1807	2110

Nous allons chercher maintenant à obtenir les nombres correspondants à ceux du tableau précédent, pour le fourneau de Pont-l'Évêque.

On consomme par heure 300 kil. de coke équivalant à carbone réel . . . . 255 kil.

Et par minute, carbone.		4,25
Poids des minerais consommés par minute.		8,43
qui contiennent :	acide carbonique.	0,60
	et carbone. . . .	0,16

La quantité de carbone contenue dans le lit de fusion est les $\frac{3,6}{100}$ du carbone total.

Nous chercherons, au moyen de ces données, quel est le volume des gaz qui traversent la section du haut-fourneau placée immédiatement au dessous de la prise de gaz. Nous admettrons, d'après les résultats des analyses (le carbone n'ayant pas varié), qu'à cette hauteur le minerai a conservé le reste de son acide carbonique.

A la hauteur de la prise de gaz (à $3^m,65$ du gueulard), les analyses montrent que 100 volumes d'azote correspondent à 28,5 de vapeur de carbone, ou, en retranchant $\frac{3,6}{100}$, à 27,5 de vapeur de carbone provenant du coke.

100 d'azote en poids correspondent à 23,4 de carbone.

On consomme par minute $4^{k.},25$ de carbone réel; on introduit donc dans le fourneau $18^{k.},16$ d'azote, qui correspondent à $23^{k.},58$ d'air ou $18^{m.c.},14$.

Le volume des gaz, ramené à 0° ou $0^m,760$, sera

donc, à la profondeur de la prise des gaz, donné par la proportion

$$79,2 : 62,72 :: x : 18^{mc.},14; \qquad x = 22^{mc.},90.$$

D'après le calcul présenté plus haut, il passe dans la conduite qui se rend au four à gaz, les $\frac{24,4}{100}$ du courant total, et par minute $5^{m.c.},59$.

Le volume qui se rend au gueulard sera donné par la différence $17^{m.c.},31$.

La chaleur de combustion sera déterminée comme il suit :

		A $3^{m},65$ profondeur.	Au gueulard.
Les gaz contiennent sur 1 litre	Oxyde de carbone.	35,12	28,37
	Hydrogène. . . .	1,48	2,01
		36,60	30,38
Chaleur de combustion	sur 1 litre.	1,1456	0,9509
		($5^{mc.},59$)	($17^{mc.},31$)
	sur la totalité. . . .	6403,9	16460

Chaleur de combustion totale. . . 22863,9 calories.

Or, $4^{k.},25$ de carbone auraient produit 30.982,5 calories.

Rapport de la chaleur de combustion des gaz à celle du carbone. . . . . 0,738.

Pour tenir compte de la chaleur propre du gaz qui forme une fraction notable de la chaleur perdue, il faut se rappeler que l'étain fondait toujours au gueulard et que l'antimoine n'y fondait jamais. Nous admettrons 300° pour la température moyenne du courant; à la prise de gaz, la température doit être évaluée au moins à 600°.

En partant de ces données et de la chaleur spécifique des gaz, on trouvera:

Chaleur sensible des gaz au gueulard.	1869,5
Idem à la prise de gaz. .	1173,9
Total.	3043,4

Ce nombre équivaut aux 0,098 de la chaleur de combustion du carbone consommé.

Le coefficient qui représente la chaleur perdue des gaz dans le haut-fourneau de Pont-l'Évêque sera donc 0,836, la chaleur de combustion du carbone brûlé étant prise pour unité.

La chaleur perdue totale (qui comprend celle employée dans le four à mazer et celles des gaz au gueulard) est donc représentée, par minute, par 25907,3 calories, qui correspondent à 62,2 chevaux-vapeur.

Le tableau suivant renferme les indications semblables à celles calculées plus haut pour le fourneau de Vienne.

Haut-fourneau de Pont-l'Évêque.

	Volume du gaz par minute.	Air nécessaire à la combustion sur 1 litre.	Chaleur de combustion.		Chaleur sensible de 1 lit. de gaz et d'air combu-rant chauffés à 300°.		Température de combustion.	
			Sur 1 litre.	Sur la tota-lité des gaz.	Gaz.	Air.	Air et gaz à 0°.	Air et gaz à 300°.
	m.c.	litres.	calories.	calories.	calories.	calories.	degrés cent.	degrés cent.
Gaz pris au gueulard.	17,31	0,730	0,9509	16460	0,108	0,075	1621	1925
A 3m,65 de profondeur (prise de gaz). . .	22,90	0,880	1,1456	26234	0,106	0,091	1827	2130
A 7m,15 de profondeur (grand ventre). . .	22,28	0,850	1,1068	24659	0,106	0,088	1790	2092
Calculé.	21,91	0,827	1,077	23597	0,105	0,086	1807	2110

D'après les résultats numériques qui précèdent, on voit que la chaleur perdue des gaz s'élève en moyenne, pour les hauts-fourneaux de Vienne et de Pont-l'Évêque, aux 0,826 de la chaleur de combustion du carbone employé. La chaleur sensible des gaz entre dans ce coefficient pour la fraction 0,097, c'est-à-dire pour un peu moins de 1/8e.

Le coefficient qui représente la fraction de la chaleur perdue est très-notablement plus grand que celui des fourneaux au charbon de bois, lequel a été de 0,622 à Clerval, de 0,670 à Audincourt. Il est vrai que je n'ai pas tenu compte, dans le cas de ces deux derniers fourneaux, de la chaleur sensible que conserve le courant du gaz à sa sortie du gueulard. Mais cette quantité de chaleur qui est une fraction notable de la chaleur perdue dans les fourneaux au coke, se trouve presque nulle dans les fourneaux au charbon de bois, où, comme on l'a vu, la température des gaz, à leur sortie du fourneau, est très-peu supérieure à la température de l'air extérieur.

Le succès des essais de M. Frèrejean et la composition des gaz d'un haut-fourneau au coke, comparée à celle des gaz des hauts-fourneaux au charbon de bois, prouvent qu'on arrivera à utiliser avec beaucoup d'avantage les gaz de ces hauts-fourneaux, soit pour le finage ou le puddlage de la fonte, soit pour le corroyage du fer. Un fourneau au coke de grandes dimensions qui produirait 10 à 15.000 kil. de fonte par jour, 3 ou 4 fois plus que le haut-fourneau de Pont-l'Évêque dans ses conditions actuelles de roulement, pourra certainement alimenter plusieurs fours à réverbère. Il est bien probable qu'on pourra, sans nuire au

roulement du fourneau, en extraire, vers le milieu de la hauteur de la cuve, le tiers ou la moitié des gaz de la colonne ascendante, puisque le fourneau au-dessus de la prise des gaz se trouverait alors, comme on l'a vu plus haut, dans des conditions semblables à celles des fourneaux au charbon de bois. Les gaz qui sortiront du gueulard pourront encore être utilisés pour le chauffage de l'air ou d'une chaudière à vapeur; si, au contraire, on prenait la totalité des gaz près du gueulard, ils seraient, à la vérité, moins riches en combustible que ceux extraits vers le milieu de la cuve, mais ils seraient encore cependant plus propres à développer de hautes températures que les gaz des hauts-fourneaux au charbon de bois, dans les usines au coke surtout où l'on ne consomme que des minerais déshydratés par le grillage. Tout semble annoncer que les difficultés qu'on a rencontrées dans l'emploi des gaz des fourneaux au charbon de bois, lorsqu'il a fallu produire des températures très-élevées, seront beaucoup plus faciles à surmonter avec les gaz des fourneaux au coke, en raison de la composition de ces derniers et de la masse de combustible gazeux dont on peut disposer pour l'alimentation des fours. Il est seulement à désirer qu'on trouve un moyen exact et commode de déterminer à chaque instant le volume des gaz qui se rendent au four à réverbère. Ces gaz arrivent dans le four sous une certaine pression qu'on peut mesurer à l'aide d'un manomètre. La détermination de leur vitesse dans la conduite par des instruments analogues aux anémomètres sera sans doute un des meilleurs moyens d'en connaître le volume consommé.

CHAPITRE II.

ANALYSE DES GAZ DU CUBILOT DE VIENNE.

J'ai déjà fait connaître (*Annales des mines*, t. XX, p. 411) quelques résultats obtenus de l'analyse des gaz sortant d'un cubilot alimenté au coke, dans l'usine de Clerval. J'ai répété ces expériences sur un cubilot de la fonderie dépendant du haut-fourneau de Vienne. Voici les principales dimensions de ce cubilot :

	m.
Diamètre au gueulard.	0,64
Largeur entre les deux tuyères.	0,70
Distance du fond du creuset à la 1re tuyère.	0,80
Id. *Id.* à la 2e tuyère.	1,14
Hauteur totale du cubilot.	3,10

Il y a donc $2^m,30$ entre le niveau des tuyères et le gueulard. Il y a deux buses opposées l'une à l'autre dont chacune a $0^m,04$ de diamètre. La pression du vent est la même que celle du haut-fourneau.

On produit environ 1.000 kil. de fonte moulée par heure de roulement, et l'on consomme 18 à 20 p. de coke pour 100 de fonte. Le déchet sur la fonte employée est de 8 à 9 p. o/o.

On ajoute une petite quantité de castine, environ 2 à 3 p. o/o du poids de la fonte.

Les gaz du cubilot s'enflamment spontanément à l'air libre.

Les gaz ont été aspirés, à leur sortie du cubilot, à l'aide d'un canon de fusil, muni à l'intérieur d'un tube de porcelaine, et plongeant dans le gueulard de $0^m,15$ environ. Le canon de fusil communiquait avec un aspirateur à couche d'huile à l'aide d'un tube de

caoutchouc et d'un tuyau de plomb. J'ai obtenu dans trois expériences les résultats suivants (*) :

	(1)	(2)	(3)
Acide carbonique	14,25	9,27	11,42
Oxyde de carbone	9,73	17,82	14,92
Hydrogène	0,38	1,15	0,96
Azote	75,64	71,76	72,70
	100,00	100,00	100,00
Oxyg. corresp. à 100 v. azote	25,2	25,3	25,9

Dans deux analyses faites précédemment sur les gaz du cubilot de Clerval, j'avais trouvé :

Acide carbonique	11,08	12,11
Oxyde de carbone	15,14	11,98
Hydrogène	0,82	0,95
Azote	72,96	74,96
	100,00	100,00
Oxygène pour 100 azote	25,5	24,1

La composition des gaz des cubilots présente, comme on le voit, d'une expérience à l'autre, d'assez grandes variations, mais il est assez facile d'en montrer la cause. On peut remarquer, dans les résultats des analyses, que l'acide carbonique diminue quand l'oxyde de carbone augmente, et réciproquement, sans que la proportion d'oxy-

(*) Voici les données de ces analyses :

		(1)	(2)	(3)
Gaz pour l'analyse		1400cc.	1505cc.	1535cc.
Baromètre		0m,756	0m,757	0m,7575
Thermomètre		15°,5	17°	18°,5
Gaz ramené à 0° et à 0m,760		1318cc.	1411cc.	1432cc.
		gr.	gr.	gr.
Acide carbonique		0,372	0,259	0,324
Produits de la combustion.	Eau	0,004	0,013	0,011
	Acide carbonique	0,254	0,498	0,423
	Oxygène absorbé	0,092	0,183	»

gène combinée dans le gaz, et rapportée à un volume constant d'azote, éprouve de variations notables. On voit que l'acide carbonique, premier produit de la combustion, ne se change ici que partiellement en oxyde de carbone. Dans l'analyse nº 1, c'est à peine si le quart de l'acide carbonique a éprouvé cette transformation. Dans l'analyse nº 2, qui correspond à la plus grande proportion d'oxyde de carbone, il n'y a pas tout à fait la moitié de l'acide carbonique changée en oxyde de carbone. On concevra facilement comment il peut se faire qu'à la sortie du cubilot le mélange des deux oxydes gazeux du carbone ait lieu dans une proportion relative variable entre certaines limites.

En comparant la composition des gaz des cubilots à celle des gaz pris dans la région inférieure des hauts-fourneaux, on arrive à des résultats théoriques assez importants. Dans le cubilot, on voit que l'oxygène de l'air, après avoir traversé une hauteur de 2m,30 de coke et de fonte, est bien loin d'être saturé de carbone. Dans les hauts-fourneaux au coke, la transformation de l'oxygène de l'air en oxyde de carbone est complète dans l'ouvrage à 40 ou 50 centimètres au plus de la tuyère. Cette différence me paraît devoir être attribuée à ce que la température du combustible, dans le haut-fourneau, est beaucoup plus élevée que dans le cubilot. Dans ce dernier fourneau, les charges descendent rapidement, la fonte absorbe, pour s'échauffer et se fondre, une grande quantité de chaleur, et on conçoit que le coke ne soit pas encore arrivé, à peu de distance de la tuyère, au degré de température nécessaire pour la production de l'oxyde de carbone, et qu'il ne puisse se former qu'une quantité peu considérable de ce gaz.

Le *maximum* d'effet utile du combustible, dans le cubilot, correspondrait évidemment à la transformation de l'oxygène de l'air en acide carbonique seulement. On éviterait ainsi la perte de combustible et l'absorption de chaleur latente qui résultent de la formation de l'oxyde de carbone. On ne parvient jamais, à ce qu'il paraît, à ce résultat limite, puisque les gaz des cubilots sont toujours inflammables à l'air libre, mais il y a des moments, comme celui correspondant à l'analyse n° 1, où la proportion d'oxyde de carbone formée est très-peu considérable.

On emploie également le charbon de bois dans les cubilots pour refondre la fonte, mais on a toujours trouvé une consommation beaucoup plus considérable que dans l'emploi du coke. Ainsi, d'après M. Karsten (*), on consomme, dans diverses usines d'Allemagne, 60 à 80 kil. de charbon de pin-sylvestre pour refondre 100 de fonte. Ce résultat est bien remarquable, si on le compare à ce qui se passe dans le haut-fourneau. Ici, il faut deux fois plus de coke que de charbon de bois pour obtenir la même quantité de fonte, tandis que c'est tout le contraire dans le cubilot. Mais ce résultat, tout singulier qu'il paraisse au premier abord, s'explique naturellement par les notions que nous avons sur la combustibilité relative des différentes espèces de charbon. Le coke transformant moins rapidement l'acide carbonique en oxyde de carbone que le charbon de bois, il est bien clair que les gaz des cubilots au charbon de bois contiendront beaucoup plus d'oxyde de

(*) Manuel de la métallurgie du fer, t. 2, p. 318; traduction par M. Culmann.

carbone que les gaz des cubilots au coke. Avec le charbon de bois, la température sera moins élevée sur toute la hauteur du cubilot, et la proportion de chaleur entraînée par les gaz à l'état latent sera beaucoup plus considérable. Dans le haut-fourneau, au contraire, l'avantage est tout en faveur du charbon de bois, et l'on a vu plus haut (p. 37), quelle en était la raison. Le combustible le plus avantageux dans le haut-fourneau est celui qui transforme, dans le moindre espace, l'acide carbonique en oxyde de carbone, et c'est la propriété opposée qui convient pour les cubilots.

L'emploi du coke dans les fourneaux de laboratoire, comme les fourneaux à vent ou à soufflets, présente aussi un avantage marqué sur le charbon de bois, sous le rapport de la température qu'on peut obtenir dans les creusets placés dans ces fourneaux. J'ai développé dans un précédent mémoire (*Ann. des mines*, t. III, p. 239), les causes auxquelles il me paraît qu'on doit attribuer cette différence d'action des deux combustibles.

La porosité du charbon de bois me paraît être la cause principale de l'action rapide qu'il exerce sur l'air et sur l'acide carbonique. D'après M. Mitscherlich (*), le diamètre moyen des cellules du charbon de bois est de $\frac{1}{2400}$ de pouce. En comparant le poids du charbon sec au poids du même charbon imbibé d'eau et au diamètre des cellules, M. Mitscherlich a calculé que la surface totale des cellules, dans un morceau de charbon de bois qui pesait $0^{gr},9565$, était d'environ 73 pieds carrés. Comme les gaz peuvent pénétrer dans ces cellules, on voit que le charbon de bois présente

(*) *Annales des mines*, t. III, p. 395, 4e série.

ainsi une surface très-considérable sous un faible volume. Le coke est bien loin de présenter une porosité pareille à celle du charbon de bois, et par conséquent une surface aussi considérable sous le même volume. Son action condensante sur les gaz est aussi beaucoup moins marquée que celle du charbon de bois. Si le charbon de bois une fois allumé continue à brûler à l'air libre, c'est que la perte de chaleur qu'il éprouve par le rayonnement, dans un temps donné, est plus faible que la quantité de chaleur dégagée par la combustion. La perte de chaleur par le rayonnement ne dépend que de la surface extérieure du charbon, tandis que la chaleur dégagée par la combustion dépend de la surface exposée au contact de l'air, qui comprend à la fois la surface extérieure et une partie de la surface des pores du charbon. Si le coke une fois allumé s'éteint très-facilement à l'air libre, on doit l'attribuer au peu de porosité de ce combustible. On peut ainsi rendre compte des différences de combustibilité des diverses variétés de charbon, sans qu'il soit nécessaire d'admettre de différences dans leur affinité chimique pour l'oxygène.

Pour évaluer la chaleur latente de combustion des gaz qui s'échappent du cubilot, prenons la moyenne des trois expériences rapportées plus haut, on aura :

		Vapeur de carbone.	
Acide carbonique.	11,65	5,825	12,905
Oxyde de carbone.	14,16	7,080	
Hydrogène. . . .	0,83		
Azote.	73,36		
	100,00		

1 litre de ce gaz correspond à $0^l,12905$ de vapeur de carbone, qui donneraient par une combustion complète 1.014 calories.

Or, $0^l,1499$ d'oxyde de carbone et d'hydrogène donneraient 469 calories par leur combustion.

La chaleur latente de combustion des gaz représentera donc les 0,46 de celle du combustible.

Quant à la chaleur sensible des gaz à leur sortie du cubilot, il est assez difficile de l'évaluer, mais elle est peu considérable ; car, c'est à peine si l'on voit rougir faiblement les parois intérieures du cubilot à 20 ou 30 centimètres de profondeur. L'antimoine fond dans le courant de gaz. Si on évalue sa température à 600°, on trouve que la chaleur sensible d'un litre de gaz représente 196 unités ou les 0,18 de la chaleur de combustion du carbone consommé. La chaleur perdue totale représenterait donc les 0,64 de la chaleur du combustible employé.

On a essayé, à l'usine de Bourguignon (Doubs), d'employer les gaz d'un cubilot au coke pour refondre la fonte au four à réverbère, en les brûlant par un courant d'air chaud projeté à la fois par plusieurs orifices, comme cela se pratique maintenant pour la combustion des gaz des hauts-fourneaux. Cet essai n'a pas réussi, et on s'en rend bien raison par la faible teneur en gaz combustibles et l'irrégularité de composition des gaz employés.

CHAPITRE III.

EXPÉRIENCES SUR LA COMPOSITION DE L'AIR DES CHEMINÉES.

Les seules expériences qui aient été faites, à ma connaissance, sur la composition de l'air des cheminées sont dues à M. Péclet (*). Les gaz ont été

(*) Traité de la chaleur, t. I, p. 299, 1re édition.

recueillis dans des cheminées de foyers de chaudières à vapeur, en renversant un flacon plein d'eau dans le courant d'air sortant de la cheminée. Le gaz ainsi obtenu a été traité successivement par la potasse et par le phosphore. M. Péclet avait conclu de ces essais que la proportion d'air qui échappait à la combustion était ordinairement la moitié de la quantité aspirée par le tirage, et seulement le tiers dans le cas où le tirage était très-fort.

Les expériences dont il est ici question ont été faites sur la composition de l'air de deux cheminées, l'une servant à un four à puddler, l'autre à un four à réchauffer le fer.

1° *Four à puddler.*

Le four à puddler, sur lequel j'ai opéré, est représenté en plan et en coupe longitudinale par les *fig.* 2, *Pl. II*.

Le cheminée a 11^m,64 d'élévation; la grille a 0^m,80 de longueur, dans le sens de l'axe du four, sur une largeur de 0^m,97. Cette grille est formée par 11 barreaux de 0^m,055 de largeur sur 0^m,025 d'épaisseur. Les 12 espaces vides entre deux barreaux voisins ont 0^m,0304 l'un, quand les barreaux sont neufs. La distance du seuil de la porte de chargement à la grille est de 30 centimètres. La hauteur du charbon sur la grille est généralement de 20 centimètres.

On charge dans le four à puddler 195 k. de fonte contenant ordinairement 3/4 fonte brute et 1/4 de fin métal. L'opération dure deux heures, y compris la réparation du four après chaque charge. On conduit cette opération comme à l'ordinaire. La consommation moyenne en fonte est de 1.094 aux 1.000 kil. de fer puddlé. On consomme en

houille menue de Rive-de-Gier 960 kil. aux 1.000 kil. de fer produits.

On charge ordinairement de la houille sur la grille de 10 en 10 minutes.

Pour avoir des gaz, on a percé un trou au fleuret dans la maçonnerie de la cheminée, puis on a introduit dans cet orifice un tube de porcelaine dont toute la partie plongée dans le courant de gaz était recouverte d'une feuille de platine. Un tube nu aurait éclaté à la première impression de la chaleur. Pour empêcher l'aspiration de l'air qui s'opère par l'orifice qu'on vient d'ouvrir (*), on lutait avec de la terre l'intervalle compris entre le tube de porcelaine et les parois du trou. Le tube de porcelaine était mis en communication à l'aide d'un tuyau de plomb et d'assemblages en caoutchouc, avec un aspirateur double décrit et figuré (*Ann. des mines*, t. III, p. 176, 4me série).

Pour analyser les gaz, j'ai employé les mêmes procédés que pour les gaz des hauts-fourneaux. Seulement, le tube à combustion renfermait du cuivre métallique sur les deux tiers environ de sa longueur et de l'oxyde noir sur le reste. Le passage du gaz à travers ce tube le dépouillait d'oxygène libre, que l'augmentation de poids du tube à combustion permettait de doser. Dans leur passage à travers le tube à combustion, les gaz combustibles se changeaient en eau et en acide carbonique, qu'on pouvait recueillir dans les appareils placés à la suite, et la variation de poids de ces

(*) En adaptant à cet orifice un tube manométrique contenant de l'eau, on trouve que la différence de niveau des deux branches est constamment comprise entre 1 1/2 et 2 centimètres d'eau.

appareils, comparée à celle du tube à combustion, permettait de doser simultanément les gaz combustibles et l'oxygène libre.

J'ai obtenu, dans cinq expériences, les résultats suivants (*) :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Acide carbonique.	13,09	16,23	15,45	16,13	15,14
Oxyde de carbone.	0,18	1,49	0,48	0,28	1,25
Hydrogène. . . .	»	0,36	0,08	0,10	0,10
Oxygène.	4,81	0,96	2,47	2,59	1,44
Azote.	81,92	80,96	81.50	80,90	82,07
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(1) Gaz aspiré 15 minutes après qu'on a chargé la fonte. On charge la grille pendant l'expérience.

(2) Gaz aspiré 20 minutes après la charge en fonte dans le four. On décrasse la grille pendant l'expérience.

(3) La fonte est sur la sole du four depuis 35 minutes. Elle commence à entrer en fusion. La grille a été chargée de houille immédiatement avant l'aspiration du gaz, qui a duré 5 minutes. La température du four est très-élevée.

(4) Gaz aspiré 25 minutes après la charge en fonte. On met de la houille sur la grille immédiatement après la fin de l'aspiration.

(*) Voici les données de ces expériences :

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Gaz pour l'analyse.		1500cc.	1485cc.	1480cc.	1560cc.	1500cc.
		m.	m.	m.	m.	m.
Baromètre.		0,7556	0,759	0,758	0,753	0,751
Thermomètre.		23°,5	20°	22°	18°	15°,2
Gaz à 0° et à 0m,760.		1373cc.	1382cc.	1366cc.	1450cc.	1404cc.
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Acide carbonique.		0,356	0,444	0,418	0,463	0,421
Produits de la combustion.	Eau.	»	0,004	0,001	0,001	0,001
	Acide carbonique.	0,005	0,041	0,013	0,008	0,035
	Oxygène.	—0,093	—0,004	—0,042	—0,052	—0,017

Le signe — indique une augmentation dans le poids du tube à combustion.

(5) On charge la grille au commencement de l'aspiration. L'ouvrier travaille dans le four pendant la moitié de l'aspiration, et laisse la petite porte du four fermée pendant l'autre moitié. On sort les boules du four 20 minutes après l'aspiration des gaz.

En comparant le volume de l'oxygène libre à celui de l'azote, il est facile de déduire des analyses qui précèdent la fraction du volume de l'air qui échappe à la combustion. A la suite du nombre qui représente l'air non brûlé, j'ai indiqué la proportion des principes combustibles qui restent dans le mélange gazeux.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Volume d'air qui échappe à la combustion sur 100 vol. de gaz. . . .	22,0	4,5	11,5	12,2	6,7
Gaz combustible sur 100.	0,18	1,49	0,56	0,38	1,35

Ce rapprochement montre déjà que la proportion de gaz combustibles augmente notablement dans le mélange gazeux aussitôt que la quantité d'oxygène libre diminue. Cette proportion devient très-faible quand l'air non brûlé s'élève à 10 ou 12 p. 100 de la quantité qui traverse la grille.

2° *Four à réchauffer.*

Le four à réchauffer, sur la cheminée duquel j'ai opéré, est représenté *fig.* 3. Il sert à la fabrication des fers de gros échantillons. La grille a 0,90 de longueur sur 1^{m},02 de largeur. Les barreaux ont la même forme, les mêmes dimensions que ceux du four à puddler, et sont espacés de la même manière. La hauteur du seuil de la porte, au-dessus de la grille, est de 0^{m},38; l'épaisseur de la houille sur la grille peut être en moyenne de 25 centimètres; la cheminée a 12 mètres d'élévation.

On charge donc le four de 300 à 650 kil. de fer, suivant la grosseur de l'échantillon à laminer. On fait de 6 à 8 charges par poste de 12 heures. Le déchet sur le réchauffage peut être évalué en moyenne, pour le four dont il s'agit, à 8 ou 9 pour 100, et la consommation en houille de Rive-de-Gier à 400 ou 450 kil. aux 1.000 kil. de fer fabriqué.

Les gaz ont été aspirés dans la cheminée du four, comme ceux du four à puddler, et analysés de la même manière.

J'ai obtenu dans cinq analyses les résultats suivants (*) :

	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Acide carbonique.	12,44	15,55	16,72	15,47	17,35
Oxyde de carbone.	7,52	4,25	0,57	0,36	0,69
Hydrogène. . . .	3,04	0,86	«	»	0,08
Oxygène.	0,20	0,81	2,13	2,14	0,85
Azote.	79,80	78,53	80,58	82,00	81,03
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(6) Gaz aspiré 10 minutes après la charge. Registre ouvert au sommet de la cheminée. On charge de la houille sur la grille avant de commencer l'aspiration.

(7) Gaz aspiré 25 minutes après la charge en

(*) Voici les données de ces expériences :

	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Gaz pour l'analyse.	1310cc.	1570cc.	1545cc.	1480cc.	1500cc.
	m.	m.	m.	m.	m.
Baromètre.	0,758	0,755	0,754	0,757	0,753
Thermomètre.	24°	21°	25°	19°	18°,5
Gaz ramené à 0° et à 0m,760. . .	1201cc.	1448cc.	1404cc.	1378cc.	1391cc.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Acide carbonique.	0,296	0,446	0,465	0,422	0,478
Produits de la combustion. — Eau.	0,009	0,010	»	»	0,001
Produits de la combustion. — Acide carbonique.	0,179	0,122	0,016	0,010	0,019
Produits de la combustion. — Oxygène.	+0,085	+0,035	—0,038	—0,039	—0,011

fer. On charge la grille au milieu de l'aspiration.

Le four chauffait mal à l'époque où les prises de gaz nos 6 et 7 ont eu lieu.

(8) Gaz aspiré 15 minutes avant la sortie des paquets et 14 minutes et demie après leur introduction dans le four. Le four est très-chaud; l'ouvrier charge la grille au moment où l'aspiration vient de finir.

(9) Gaz aspiré 3/4 d'heure après la charge. On charge la grille avant de commencer l'aspiration.

(10) Gaz aspiré 10 minutes avant la sortie des paquets. L'aspiration dure 6 minutes; on charge la grille avant de la commencer.

Nous pouvons faire ici le même rapprochement que pour le four à puddler, c'est-à-dire déterminer la fraction du volume d'air qui échappe à la combustion, et la comparer au volume des gaz combustibles qui restent dans le mélange. On trouve ainsi :

	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Fraction du volume d'air qui échappe à la combustion sur 100 p.	1,0	3,9	10,0	9,9	3,9
Gaz combustibles contenus dans 100 vol. du mélange	10,56	5,11	0,57	0,36	0,77

On peut déjà remarquer que la proportion d'air non brûlé est en moyenne sensiblement plus faible dans le cas du four à réchauffer que dans le cas du four à puddler (*).

Deux analyses ont aussi donné une proportion assez considérable de gaz combustibles, fait qui ne s'est pas rencontré dans le four à puddler.

(*) Il est bon de faire remarquer ici que le procédé d'analyse tend constamment à élever la proportion d'oxygène libre; malgré toutes les précautions prises

Les résultats des expériences qui précèdent sur la composition de l'air des cheminées des fours à puddler et à réchauffer, établissent clairement que la proportion d'air qui échappe à la combustion est généralement une faible portion du volume total. Dans une seule expérience (n° 1) 1/5 de l'air aspiré a passé sans altération. La moyenne des autres semble indiquer un excès d'air de 7 à 8 centièmes seulement. Il est, du reste, aisé de concevoir les légères variations que présente la composition de l'air des cheminées, d'une analyse à l'autre, et la coexistence des gaz combustibles et de l'oxygène libre. Ce résultat paraît dû à ce que l'air aspiré n'a pas, après son passage à travers la grille, la même composition sur toute la surface de celle-ci. Il y a excès d'air sur certains points, excès de gaz combustibles sur d'autres. Les parties dégarnies de charbon laissent passer proportionnellement beaucoup plus d'air non brûlé que les autres. Le mélange de l'air non brûlé avec les gaz combustibles, tels que l'oxyde de car-

---

pour expulser complétement l'air des appareils avant l'aspiration et avant l'analyse, il est extrêmement difficile d'arriver, sous ce rapport, à un résultat absolu. Les nombreuses expériences que j'ai faites précédemment sur la composition des gaz qui ne renfermaient que de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène m'ont prouvé que la perte de poids du tube à combustion était constamment un peu plus faible que la perte calculée d'après la composition des gaz, mais l'erreur n'atteignait jamais 5 à 6 milligrammes. Si l'on faisait cette correction sur les nombres trouvés plus haut, on trouverait qu'il faudrait diminuer d'une unité le nombre qui représente le volume d'air échappé à la combustion; ce qui donnerait :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Air échappé à la combustion.	21,0	3,5	10,5	11,2	5,7	0,0	2,9	9,0	8,9	2,9

bone et les produits de la distillation de la houille, ne s'opère qu'incomplétement, même à une grande hauteur dans la cheminée. Les flammes qui se prolongent sur toute la longueur de la sole prouvent bien clairement que la combustion continue d'y avoir lieu.

On conçoit aussi pourquoi l'air des cheminées des fours à réchauffer est sensiblement moins chargé d'oxygène libre que celui des fours à puddler. L'épaisseur de la houille sur la grille du four à souder est de 5 centimètres plus considérable que dans le four à puddler (*).

Quand l'air des cheminées contient 7 à 8 p. o/o d'air non désoxygéné, il ne renferme pas notablement de gaz combustibles; mais ceux-ci reparaissent en proportion bien plus grande quand l'air non brûlé n'est plus que les 2 ou 3 p. o/o du volume de l'air aspiré. L'emploi le plus avantageux du combustible correspondrait évidemment à une transformation réciproque et complète de l'oxygène de l'air et du combustible en eau et en acide carbonique. L'excès d'air abaisse inutilement la température du courant, mais la formation de l'oxyde de carbone est encore plus nuisible, puisqu'elle produit une absorption de chaleur latente. Dans les fours sur lesquels j'ai opéré, on n'est pas loin ordinairement du maximum d'effet théorique, puisque l'excès d'air n'est en moyenne que les 7 ou 8 centièmes de l'air aspiré. Ce petit excès d'oxygène paraît nécessaire pour que les gaz com-

(*) D'après M. Valérius (Traité de la fabrication du fer en Belgique, p. 511), l'épaisseur de la houille sur les grilles des foyers en Belgique est de 6 à 8 centimètres pour les chaudières à vapeur, de 15 centimètres pour les fours à puddler, et de 20 centimètres pour les fours à réchauffer.

bustibles ne se montrent pas dans le mélange en proportion notable.

La chaleur utilisée sur la sole des fours à haute température ne s'élève pas au delà des 8 ou 10 centièmes de la chaleur développée par le combustible; aussi l'emploi de la chaleur sensible que conserve le courant de gaz brûlés après son passage sur la sole a-t-il conduit à des résultats fort importants pour le chauffage des chaudières à vapeur. (Voir les mémoires de MM. Flachat et Vuillemin, *Annales des mines*, t. XVII, 3e série, et t. II, 4e série.)

J'ai dit plus haut que le chargement de la houille sur la grille avait lieu ordinairement toutes les 8 ou 10 minutes. Immédiatement après le chargement, on aperçoit au sommet de la cheminée une fumée noire qui ne persiste que pendant quelques secondes. La houille menue, aussitôt qu'elle est en contact avec le combustible incandescent placé sur la grille, laisse dégager beaucoup de produits de distillation qui se décomposent à leur passage sur la sole du four ou dans la cheminée avec dépôt de carbone très-divisé. L'effet observé est le même que si l'on faisait passer ces gaz et ces vapeurs à travers un tube de porcelaine fortement chauffé. Quand la proportion de ces produits de distillation est un peu diminuée, le carbone mis en liberté se dissout soit dans l'oxygène, soit dans l'acide carbonique du courant de gaz et toute fumée disparaît. Cette fumée est beaucoup plus considérable et persiste pendant bien plus longtemps dans tous les foyers à grille où le combustible n'est pas employé à produire une température très-élevée, comme dans le chauffage des chaudières à vapeur, et ce qui précède en montre clairement la cause. Les expériences précitées de M. Péclet porteraient à admettre que la pro-

portion d'air non brûlé doit être, dans ce cas, beaucoup plus considérable que dans les fours à réverbère à température très-élevée.

La nature des houilles employées au chauffage des fours doit aussi faire varier la composition de l'air des cheminées. Une houille sèche ne se comportera pas sur la grille et n'agira pas sur l'air atmosphérique de la même manière qu'une houille grasse. De nombreuses expériences faites sur l'air des cheminées, en faisant varier la forme et les dimensions des grilles, la nature du combustible et des agents de combustion, l'air et la vapeur d'eau, conduiraient bien certainement à des résultats importants sur la théorie de la combustion dans les foyers à grille.

La disposition adoptée pour les fours à réverbère prouve qu'on a cherché, autant que possible, à éviter le contact direct de la flamme avec la matière à échauffer. L'élévation du four tend à diriger le courant de gaz le long de la voûte, en sorte que l'échauffement du fer sur la sole a principalement lieu par le rayonnement de la voûte. Le fer en contact avec le courant de gaz s'oxyderait nécessairement, soit par l'absorption de l'oxygène libre, soit par la décomposition de l'acide carbonique. Quand la masse du fer est considérable par rapport à sa surface, on ne craint pas l'oxydation du fer à l'extérieur, et l'on peut alors le mettre en contact avec les gaz, parce que son échauffement sera plus rapide. Quand, au contraire, la surface du fer est considérable par rapport à sa masse, dans le cas de la tôle, par exemple, il est nécessaire, pour éviter un trop grand déchet, d'échauffer le métal autant que possible par rayonnement.

Il est probable qu'une étude plus approfondie

des gaz des cheminées des fours à puddler fera reconnaître quelques variations dans leur composition correspondantes aux différentes périodes de l'affinage de la fonte et liées par conséquent aux réactions chimiques qui se produisent sur la sole du four.

On a vu plus haut que la fumée ne se produisait dans les fours à réverbère, à puddler et à réchauffer qu'au moment où l'on charge le combustible sur la grille. Dans tous les foyers où les produits de la combustion ne traversent pas, avant d'arriver à la cheminée, un espace porté à une température très-élevée, il y a au contraire presque constamment de la fumée. Afin d'éviter cette perte de combustible, ainsi que l'incommodité qui en résulte pour les habitations voisines, on a essayé déjà plusieurs systèmes de foyers fumivores, et la commission des machines à vapeur fait exécuter en ce moment une série d'expériences sur les nombreux procédés proposés en Angleterre pour cet objet. On me permettra d'indiquer ici le principe de la construction d'un foyer, qui me semble pouvoir être appliqué avantageusement au chauffage des chaudières, et qui produirait, je pense, la destruction complète de la fumée.

Ce foyer se composerait d'une cuve A (*Pl. II*, *fig.* 4), dans laquelle on pourrait charger une certaine hauteur de combustible par la porte B, et d'une grille CD horizontale ou un peu inclinée, qui s'étendrait en avant de la projection de la cuve A, de façon à ce que le combustible vînt s'y étaler suivant un plan incliné DE, dont la hauteur EF serait déterminée par l'expérience. Supposons la porte de chargement fermée et le tirage s'établissant à l'aide d'une cheminée, l'air aspiré ne pourra traverser que le combustible contenu dans le prisme

triangulaire CDE, combustible qui a déjà perdu la totalité de ses matières volatiles par son séjour dans la partie supérieure de la cuve A. Les produits de la distillation, provenant de la houille supérieure au plan CE, seront obligés de traverser, en même temps que l'air atmosphérique, le combustible incandescent contenu dans l'espace CDE, et s'y brûleront complétement.

La construction de ce foyer diffère du mode actuel bien connu à combustion renversée, en ce que l'air est aspiré de bas en haut, comme dans les foyers à combustion directe, tandis que les produits de la distillation ont un mouvement de haut en bas, et viennent traverser le combustible carbonisé et incandescent placé sur la partie inférieure de la grille. Le principe du foyer que je propose est le même que celui du générateur de gaz à combustion renversée, que j'ai décrit (*Ann. des mines*, t. III), et qui m'avait permis de transformer complétement le bois en gaz combustibles sans mélange de fumée. Ici j'ai dû indiquer la construction du foyer, de façon à ce que l'air soit introduit par le tirage d'une cheminée sans force motrice, et à ce que les produits de la combustion ne renferment pas sensiblement de gaz combustibles.

Le service du foyer que je propose n'exigerait, je crois, que peu de soins et de surveillance. Le chargement du combustible pourra sans inconvénient n'avoir lieu qu'à des intervalles assez éloignés les uns des autres. L'ouvrier devra seulement avoir le soin de faire descendre le combustible sur la grille, et il serait bon, pour cela, de ménager quelques ouvraux sur les parois latérales du foyer, etc.

CHAPITRE IV.

EXPÉRIENCES SUR LA PRODUCTION DES GAZ COMBUSTIBLES.

J'ai examiné, dans un précédent travail (*Annales des mines*, t. III, p. 207), la composition des gaz produits avec des combustibles d'origine végétale, le charbon de bois, le bois et la tourbe, en employant, dans le générateur, de l'air seul ou mélangé de vapeur d'eau. Je rapporte ici les résultats que j'ai pu joindre aux précédents, dans le courant de cette campagne, et qui concernent seulement l'emploi et la composition des gaz produits avec le coke.

Le générateur de gaz que j'ai fait établir à Pont-l'Évêque avec le concours de M. Roche, ancien élève de l'École des mines de Saint-Étienne, diffère peu, par ses dimensions et sa forme, de celui qui m'avait servi l'année précédente, à Audincourt, pour brûler des menus charbons. Sa coupe horizontale est un carré à toutes les hauteurs. Voici ses principales dimensions :

	m.
Largeur au gueulard.	0,40
Hauteur de la cuve.	1,90
Largeur au ventre.	1,30
Hauteur de la partie prismatique.	0,40
Hauteur des étalages.	0,60
Hauteur de l'ouvrage.	0,30
Largeur devant les tuyères. . .	0,35
Hauteur du creuset.	0,30
Hauteur totale du générateur. .	3,50

Cet appareil a servi à chauffer le four à réverbère de mazerie, représenté *fig.* 1, *Pl. II*, dans l'intervalle compris entre la fin du roulement du haut-fourneau et sa mise en feu qui a eu lieu

dans les premiers jours d'octobre 1843. Un tuyau de fonte de $0^m,21$ de diamètre intérieur prenait les gaz à $1^m,40$ au-dessous du gueulard et les amenait dans le four à réverbère par une conduite en fonte de 5 mètres de longueur. Des ouvertures étaient ménagées dans les coudes des tuyaux pour pouvoir les nettoyer commodément.

Le vent était projeté dans le générateur par une tuyère de 18 lignes de diamètre, sous une pression de 25 à 30 millimètres de mercure.

On a mis en feu le générateur avec du coke. Après quelques jours de tâtonnements pour arriver à fondre facilement les cendres du combustible qui engorgeaient le générateur, on est arrivé à produire un laitier suffisamment fluide, en chargeant par chaque rasse de 22 kil. de coke, 4 kil. de laitier de haut-fourneau et 8 kil. de castine. A partir du moment où le laitier est arrivé bien liquide, la marche du générateur a été tout à fait régulière, et l'on a pu facilement appliquer les gaz du générateur au mazéage de la fonte.

Chaque opération s'exécutait à la fois sur 300 k. de fonte et durait environ 2 heures.

On consommait en moyenne par heure de roulement du générateur 77 kil. de coke. On chargeait le coke en même temps que la fonte, en sorte que le gueulard du générateur restait complétement fermé pendant toute l'opération du mazéage.

La température de l'air, qui servait à la combustion des gaz, a varié dans mes expériences entre 160° et 180°.

La température des gaz près du four était suffisante pour produire la fusion du zinc, mais non

celle de l'antimoine. Elle était comprise entre 360° et 432°.

Les gaz, après leur combustion dans le four, produisaient une odeur sensible d'acide sulfureux.

Les gaz pris dans la conduite du générateur au four ont donné, dans deux analyses, les résultats suivants (*) :

	(1)	(2)
Acide carbonique. .	0,80	0,91
Oxyde de carbone.	33,31	33,76
Hydrogène.	1,25	1,70
Azote.	64,64	63,63
	100,00	100,00

En faisant passer le gaz du générateur à travers une dissolution d'acétate de plomb, on obtient un dépôt noir très-sensible de sulfure de plomb. En mesurant le gaz qui a traversé la dissolution d'acétate, j'ai recueilli pour 4^{lit},22 de gaz sec ramené à 0° ou 0,760°, une quantité de sulfure de plomb, qui, traitée par l'eau régale, m'a donné :

Sulfate de baryte. . . .	0$^{gr.}$,064
D'où soufre.	0$^{gr.}$,00683
Et hydrogène sulfuré sur 100 vol. .	0,16

Cette petite proportion d'hydrogène sulfuré a été absorbée par le premier tube à potasse dans l'analyse du gaz, et son poids a été compté comme

(*) Voici les données de ces analyses :

		(1)	(2)
Gaz pour l'analyse.		1495$^{cc.}$	1495$^{cc.}$
Baromètre.		0^{m},760	0,745
Thermomètre.		20°	16°,5
Gaz à 0° et à 0^{m},760.		1392$^{cc.}$	1382$^{cc.}$
		gr.	gr.
Acide carbonique.		0,022	0,025
Produits de la combustion.	Eau.	0,014	0,019
	Acide carbonique. .	0,918	0,924
	Oxygène absorbé. .	0,340	0,345

acide carbonique ; en faisant la correction et prenant la moyenne des deux analyses qui précèdent, on trouve pour la composition du gaz :

Acide carbonique. .	0,73
Oxyde de carbone.	33,54
Hydrogène.	1,47
Hydrogène sulfuré.	0,16
Azote.	64,10
	100,00

Il est probable qu'il existait dans ce gaz du générateur une certaine quantité de soufre à l'état de sulfure de carbone, mais je n'en ai pas déterminé la proportion. J'ai constaté seulement qu'on n'y trouvait pas de soufre libre, en faisant passer les gaz à travers un long tube de verre ; il ne s'est pas condensé de soufre sur les parois de ce tube.

La présence de l'hydrogène sulfuré dans les gaz du générateur est un fait scientifique remarquable, et dont il est difficile de se rendre compte, d'après le peu de stabilité qu'on attribue à l'hydrogène sulfuré. On admet, en effet, que ce gaz est décomposé par la chaleur seule. Ici, on le voit se former sous l'influence d'une température très-élevée, et on ne peut expliquer sa présence que par la réaction de la vapeur d'eau contenue dans l'air atmosphérique sur le sulfure de fer du coke, à une faible distance de la tuyère du générateur. Il est intéressant de rapprocher ce résultat de celui que j'ai indiqué pour les hauts-fourneaux, où l'on ne trouve pas une trace de composés sulfureux, sauf dans le voisinage de la tuyère. Cette différence dans les résultats tient bien certainement à la présence, dans le baut-fourneau, d'une grande quantité de fer métallique qui absorbe la totalité du soufre. Ce rapprochement montre aussi quel est le procédé

qu'il conviendra de suivre pour obtenir des gaz dépouillés de soufre avec des combustibles sulfureux. En mêlant au lit de fusion préparé pour le générateur, soit une certaine quantité de riblons, soit des battitures ou des scories de forges mêlées avec de la chaux, on retiendra tout le soufre en combinaison, soit dans le laitier à l'état de sulfure de calcium, soit dans la fonte obtenue.

J'aurais désiré pouvoir faire des expériences analogues à celles qui précèdent avec les différents combustibles minéraux, mais le temps dont je pouvais disposer ne m'a pas permis de pousser plus loin ces recherches, dans le cours de cette campagne. Cependant la transformation des divers combustibles en gaz susceptibles d'être employés dans les opérations métallurgiques est une question déjà suffisamment étudiée pour qu'on puisse énoncer quelques principes généraux sur la composition des gaz produits et sur la manière la plus avantageuse d'opérer la transformation. Je vais exposer brièvement ma manière de voir à ce sujet.

Les expériences qui précèdent, celles que j'ai faites antérieurement sur le charbon de bois et le bois en nature (*), et sur les gaz des hauts-fourneaux, ont prouvé (et je dois rappeler ici que ce fait n'avait pas encore été démontré avant mes expériences (**)) qu'en brûlant le charbon en co-

(*) *Annales des mines*, t. XX, p. 467, 3e série.
Idem, t. III, p. 207, 4e série.

(**) Il était impossible de prouver, par des considérations *à priori*, que l'oxygène atmosphérique, en traversant une couche épaisse de charbon, devait être complétement changé en oxyde de carbone. Comme la formation de ce gaz produit une absorption de chaleur, et qu'on ignore la température à laquelle elle cesse d'a-

lonne suffisamment épaisse dans un fourneau à cuve, par un courant d'air forcé, on transforme complétement l'oxygène de l'air en oxyde de carbone. La composition des gaz obtenus avec du carbone supposé pur peut être calculée d'avance. Ils renfermeraient : oxyde de carbone, 34,43; azote, 65,57.

Si l'on emploie un combustible qui contienne des parties volatiles, il éprouvera une véritable distillation avant d'arriver dans la zone de combustion. Si la hauteur du générateur de gaz est suffisante, la distillation s'opérera dans une atmosphère formée d'oxyde de carbone et d'azote. La composition des gaz produits avec les différents combustibles se déduirait donc de celle des gaz produits par leur distillation en vases clos, si l'on connaissait en même temps le poids du charbon, résidu de cette distillation, et le volume des gaz produits. Il suffira de transformer le charbon en oxyde de carbone, d'y ajouter l'azote correspondant et les gaz de la distillation. On ramènerait ainsi la détermination de la composition des gaz produits avec les différents combustibles dans des générateurs, à de simples expériences de laboratoire, qui peuvent se faire avec beaucoup plus de facilité que les premières.

C'est à l'expérience à nous faire connaître la meilleure forme intérieure des générateurs de gaz. L'air devra, dans tous les cas, traverser une épaisseur suffisante de combustible, afin que son

---

voir lieu, on ne pouvait pas savoir à l'avance quelle serait la proportion d'acide carbonique changée en oxyde de carbone. L'expérience directe était nécessaire pour décider la question.

oxygène soit complétement chargé en oxyde de carbone. La plupart des fourneaux à cuve pourront vraisemblablement servir à cet usage, mais la condition essentielle de leur emploi comme générateur de gaz, c'est que les cendres du combustible s'y fondent complétement. Il suffit d'avoir fait marcher pendant quelques heures un générateur à tuyères, pour se convainere de l'impossibilité d'obtenir un roulement tant soit peu régulier, sans la fusion complète des résidus de la combustion (*).

Les premiers générateurs de gaz qui aient été établis, et les seuls, à ma connaissance, qui fonctionnent régulièrement en ce moment en France, sont ceux dont on se sert dans les usines de la compagnie d'Audincourt depuis les expériences qui y ont été faites en 1842. Trois générateurs de gaz, ne consommant que des braises et des menus de halle, sont maintenant en roulement continu et régulier dans ces usines. L'un d'eux, établi à Audincourt à la fin de 1842, sert à chauffer un four à tôle, et depuis le mois de septembre 1843, époque à laquelle il a été remis en feu, il a produit en moyenne, par chaque mois de roulement, 30.000 k. de tôles fines, avec une consommation de 24 hectolitres (432 kil.) de fraisil par 24 heures. Deux autres générateurs établis, l'un à Audincourt, l'autre à Bourguignon, chauffent au blanc deux fours à ré-

---

(*) Si le fourneau à cuve avait une très-grande largeur, il ne serait pas absolument nécessaire de fondre les cendres du combustible. Le générateur de gaz de Kœnigshütte (Silésie), sur lequel M. Debette, élève ingénieur des mines, m'a donné des renseignements précis, se trouve dans ce cas.

verbère, dans lesquels on soude des trousses destinées à la fabrication de tôles du poids de 300 à 500 kil. La fabrication des grosses tôles d'Audincourt est entièrement fondée sur l'emploi des générateurs de gaz et des combustibles auparavant sans emploi dans ces usines.

Les fours à souder sont établis comme celui dont j'ai donné le plan (*Annales des mines*, t. III, p. 210). Le générateur A (*fig.* 5, *Pl. II*) est accollé au four, de façon à ce que les gaz ne perdent aucune partie de leur chaleur sensible, en arrivant devant la caisse *c*, qui projette de l'air chauffé à 300°. La forme du générateur est celle d'un petit haut-fourneau dont la cuve serait prismatique. On charge le combustible par un cône en briques D de 0m,90 de hauteur, qui reste fermé dans l'intervalle de deux charges.

L'air est lancé dans le générateur par deux tuyères *t*, *t'* placées du même côté du creuset. On ajoute, pour chaque hectolitre de fraisil, 1 litre de crasses de forges et 1/2 litre d'argile, qui suffisent pour donner un laitier bien liquide. La consommation en braise et fraisil est de 90 à 100 hectolitres (1.600 à 1.800 kil.) de braise et de fraisil pendant 24 heures. La proportion de fer qu'on soude pendant le même temps dans chaque four à réverbère est de 3.800 à 4.000 kilogrammes.

Je me contente d'indiquer ici, d'après les renseignements que M. Page, ingénieur de la compagnie, a bien voulu me communiquer, les principales circonstances du roulement de ces générateurs de gaz. J'espère pouvoir en donner bientôt une description tout à fait complète. Il sera d'autant plus intéressant de porter ces procédés à la connaissance du public, qu'ils ne sont pas brevetés,

Le générateur à grille, dont j'ai indiqué le principe (*), n'a pas encore été essayé. Son établissement aurait exigé des frais plus considérables que le générateur à tuyères. La chambre à air, à double porte, serait établie de la même manière que l'appareil imaginé par M. Cabrol pour chauffer et désoxygéner partiellement l'air qu'il lance dans les hauts-fourneaux. L'emploi de ce générateur pourra présenter des avantages pour des combustibles très-chargés de cendres, dont la fusion serait difficile dans le générateur à tuyères, et peut-être pour des houilles très-grasses. C'est à l'expérience à décider cette question.

L'emploi simultané de la vapeur d'eau et de l'air, comme agents de combustion, dans le générateur, présente l'avantage de donner des gaz plus riches en principes combustibles que l'emploi de l'air seul, et dont la chaleur propre est assez faible, à la sortie du générateur, pour qu'on puisse les conduire au loin, sans perte notable de chaleur, et les réchauffer à chaleur perdue avant de les brûler. Mais j'ai montré (**) qu'on ne pouvait pas injecter cette vapeur à la même hauteur et par les mêmes orifices que l'air atmosphérique dans un générateur à tuyères, à cause du refroidissement qui se produit dans la partie inférieure du foyer et qui, en empêchant d'une manière absolue la fusion des cendres, rendrait le roulement de l'appareil impossible. L'introduction de la vapeur par des orifices particuliers situés à 40 ou 50 centimètres au-dessus des tuyères à air, permettrait d'augmenter la richesse des gaz en principes combustibles,

---

(*) *Annales des mines*, t. XIX, p. 463.
(**) *Annales des mines*, t. III, p. 223 et 258.

sans empêcher la fusion des cendres. Je ne sache pas que ce système ait encore été essayé.

La possibilité d'appliquer au travail du fer et à d'autres usages, des combustibles jusqu'à présent sans valeur, se trouve maintenant démontrée. Rien ne s'oppose à ce qu'on utilise, dans des appareils semblables à ceux d'Audincourt, des lignites, des houilles terreuses, des anthracites, dont les procédés actuels de combustion ne permettent pas de tirer un bon parti. Le roulement des appareils exige, il est vrai, une force motrice assez considérable pour l'injection de l'air dans le générateur et dans les fours; mais, comme il n'y a pas de tirage à établir, on peut utiliser la totalité de la chaleur sensible des gaz brûlés qui ont traversé la sole du four, et cette chaleur suffirait, et au delà, pour chauffer l'air à lancer sur les gaz et la chaudière à vapeur qui fournirait la force motrice pour la machine soufflante.

MÉMOIRE

Sur les lignites du département des Bouches-du-Rhone;

Par M. le comte H. DE VILLENEUVE, Ingénieur des mines.

Dans le département des Bouches-du-Rhône le terrain ancien et le dépôt de grès houiller sont partout recouverts; sur les points les plus soulevés, on ne reconnaît que le terrain jurassique. Ainsi, au pied de Sainte-Victoire à Aix, on trouve le calcaire à bélemnites, peut-être même quelques assises du calcaire à gryphées, mais rien de plus inférieur dans l'échelle géologique ne paraît.

Au bas des escarpements de la Sainte-Baume, à Gémenos et à Auriol, on ne trouve que les assises inférieures d'un grand dépôt de calcaire compacte dont les fossiles tiennent à la fois de la craie et du jura; ce calcaire nous parut correspondre à la craie inférieure lorsque nous fîmes notre première exploration géologique en Provence. Cette opinion était d'accord avec la classification adoptée par M. Élie de Beaumont. En 1837 nous annonçâmes que notre opinion, éclairée par de nouvelles recherches, était changée, et que nous étions amené par l'étude des superpositions à classer ce dépôt remarquable, parmi les deux dernières séries de l'oolite; cette manière de voir a été confirmée par de nouvelles observations faites sur une grande partie de la lisière occidentale des Alpes, et par les recherches paléontologiques de M. Mathéron; nous avons été surtout frappé de voir le calcaire néocomien du Salève et des en-

virons de Neufchâtel en Suisse et celui de la Bedoule, Bouches-du-Rhône, se superposer au grand dépôt de calcaire compacte que nous mentionnons ici; cependant de savants géologues, à la tête desquels il faut surtout placer le célèbre M. Élie de Beaumont, contestent cette classification. Nous ne rapporterons donc ici notre opinion qu'avec la réserve et le doute que doit faire naître une contradiction qui a pour elle de telles autorités. Quoi qu'il en soit, le dépôt calcaire que je viens de signaler est bien certainement inférieur à la formation de la craie proprement dite.

Les masses de ces calcaires secondaires modernes constituent les crêtes de deux chaînes de montagnes qui, courant de l'est à l'ouest, séparent le département des Bouches-du-Rhône en trois vallées principales, la Durance, l'Arc et l'Huveaune; la vallée de la Durance se réunit à celle du Rhône à l'extrémité occidentale de la chaîne jurassique des Alpines. Ainsi ce sont des calcaires du Jura qui forment toutes les lignes proéminentes du département des Bouches-du-Rhône; mais dans aucun gisement de ces calcaires nous n'avons pu découvrir les lignites du terrain analogue dans le Var. On ne retrouve ces mêmes lignites jurassiques, quelquefois anthraciteux, que dans les Basses-Alpes, près Saint-Géniez et les montagnes dépendant du massif de *Lure* aux environs de Peipin-les-Sisteron.

Mais s'il faut renoncer, dans les Bouches-du-Rhône, aux lignites et à la houille jurassique, il n'en est pas de même des lignites encaissés soit dans la craie supérieure, soit dans les terrains tertiaires, qu'on voit si largement développés dans les trois vallées principales déjà signalées.

La description des combustibles minéraux des Bouches-du-Rhône se divisera en trois parties correspondantes aux vallées déjà signalées, nous pourrons indiquer dans chaque vallée les recherches à faire.

Vallée de la Durance et du Rhône.

Le terrain à lignite de la craie moderne ne se montre pas dans la partie de la vallée de la Durance, qui occupe le nord du département. Aux formations de terrain juracrétacé et de craie ancienne succèdent brusquement les terrains tertiaires très-modernes; on ne peut pas voir à découvert le terrain tertiaire ancien au-dessous du terrain d'eau douce de Baux et d'Orgon, ni sous le terrain gypseux tertiaire du vallon de Carias, vers Rogne et La Roque. En remontant l'échelle des terrains, la mollasse se superpose au dépôt de gypse tertiaire.

Entre ce terrain gypseux et la mollasse existe une formation de lignites très-développée dans les Basses-Alpes et Vaucluse. Ce sont les lignites de Manosque, d'Apt et de Méthamis (Basses-Alpes et Vaucluse). On retrouve quelques parties de ce dépôt à lignites, sur les flancs nord du plateau de Venelles, à 6 kilomètres au nord de la ville d'Aix. On pourrait, sans doute, retrouver aussi en d'autres points des traces de ces combustibles, mais il est bien probable que ce seraient toujours des lignites très-altérés, parce que les couches sont peu inclinées et trop élevées au-dessus du niveau des eaux courantes. Le résumé général de nos observations sur l'altération des dépôts de lignites nous a amené à la proposition suivante : partout où les eaux pluviales pénètrent

facilement et se renouvellent, les éléments sulfureux des lignites se décomposent et transforment ce combustible minéral en charbon terreux ou moulière; d'après cet aperçu, il est facile de voir qu'il n'y a aucune recherche fructueuse à entreprendre, pour mettre à nu des combustibles minéraux sur les plateaux tertiaires qui règnent depuis Mirabeau jusqu'à Barbantane. Les terrains tertiaires de la Durance sont en connexion avec ceux de l'Arc par le plateau de Venelles, tandis que le bassin tertiaire de l'Arc communique avec celui de l'Huveaune par le Merlançon. Les communications entre ces trois bassins paraissent avoir été fermées à deux époques différentes; la vallée de l'Arc a été séparée de celle de l'Huveaune vers la période des terrains tertiaires moyens, tandis que la vallée de la Durance n'a cessé de communiquer avec celle de l'Arc qu'après le dépôt des mollasses, qui se montrent dans ces deux vallées, avec les mêmes caractères et quelquefois constituées par les mêmes couches. La différence principale que manifestent ces trois vallées consiste en ce que, dans la vallée de l'Huveaune, les terrains marins tertiaires supérieurs n'apparaissent point, tandis que dans la vallée de la Durance, ce sont les terrains tertiaires inférieurs d'eau douce qui ne viennent pas au jour. La vallée de l'Arc est donc celle qui présente la série tertiaire la plus complète; c'est pourquoi nous allons donner une attention spéciale à la description de cette vallée.

Vallée de l'Arc.

Le bassin de l'Arc, limité au nord par les chaînes de Sainte-Victoire et de La Fare; au sud,

par les montagnes des Arelles, de l'Étoile et de l'Estaque, se développe, depuis les sources de l'Arc à Pourrières et Pourcieux, jusqu'à l'embouchure de cette rivière entre Berre et Saint-Chamas, et de là, les flancs du même bassin viennent se terminer à l'étang de Martigues. La largeur de cette vallée est, à la hauteur de Fuveau, de 13 kilomètres; vers l'embouchure à la Fare, elle dépasse 20 kilomètres; elle a donc une largeur moyenne de plus de 16 kilomètres; la longueur, depuis Pourrières jusqu'à Berre, est de 50 kilomètres environ.

On trouve dans ce bassin les traces de quatre principaux dépôts de lignites.

1° Système du jais;
2° Système à lignite exploité, à Fuveau;
3° Système tertiaire moyen, inférieur au gypse;
4° Système tertiaire, supérieur au gypse.

Système des lignites de la craie supérieure.

Le système à lignite du jais présente, vers la Pomme, au sud de Fuveau, la coupe suivante, en partant de la base constituée par le calcaire à hippurites.

Couche A, ou du jais.	Sables avec orbitolites, fungites, milliolites, huîtres, cérites, nummulites. — Couches de jais : c'est la mine du jais des mineurs de Fuveau. Au-dessus, calcaires siliceux à hippurites. — calcaires à milliolites et nummulites. — — à hippurites. — calcaires siliceux.
Couche B, ou de la Cadière.	Calcaires feuillacés marneux, avec fossiles d'eau douce *mélanies* et *cyclades*. C'est ici, pour nous, la mine de la Cadière (Var); elle s'annonce encore dans les affleurements par fragments de jais et des traces de végétaux. Calcaires bitumineux fétides. — à milliolites, hippurites, huîtres. Calcaires siliceux se décomposant en grumeaux.

Couche B'.	Autre affleurement de mine de lignite plus mince que le précédent (*cyclades*, *huîtres* et *cyrènes*). — calcaires siliceux et bitumineux, fossiles d'eau douce et marins. — argiles et calcaires alternant à plusieurs reprises, fossiles d'eau douce.
Couche C.	Affleurement de lignite inexploré en Provence. Toit calcaire avec mélanies, cyclades, mélanopsis. Nombreuses couches de calcaires à cyclades et mélanopsis.

L'épaisseur de l'ensemble varie de 100 à 180 mètres depuis la couche C jusqu'à la couche A.

Parmi tous ces affleurements de lignites, celui qui est le plus connu dans la contrée, c'est la couche A ou la mine du Jais; elle offre à l'intérieur des morceaux de jais enveloppés d'une argile très-siliceuse et d'un grès plus ou moins noirâtre; le tissu ligneux des substances qui ont engendré ce dépôt est visible dans les fragments noirâtres qu'empâte le mur de la couche, et aussi dans les parties décomposées de la mine de combustible. Quant aux deux autres affleurements B et B', ils nous paraissent correspondre aux couches de lignite exploitées à la Cadière (Var); mais elles n'ont pas été suivies aux environs de la Pomme; dans le bas de la vallée de l'Arc, ces couches ont été l'objet de quelques travaux entrepris à Martigue. Quant à la couche C, nous ne la trouvons pas à la Cadière, parce qu'elle se rattache sans doute intimement à la partie du terrain tertiaire qui ne s'est déposée qu'après l'émersion du bassin de la Cadière. L'inclinaison et la direction du terrain que nous venons de décrire à la Pomme ne peuvent être observées bien nettement, parce que c'est là le point de fracture qui a

séparé la vallée de l'Huveaune; aussi peut-on remarquer là le même terrain s'enfonçant d'une part sous la vallée de l'Huveaune, de l'autre, sous la vallée de l'Arc, mais toujours accompagné dans ses mouvements par le terrain tertiaire, lié avec lui.

En suivant la formation crayeuse à hippurites, gryphées, colombes, orbitolites et milliolites, qui caractérisent le banc de ce dépôt, on trouve à l'est du flanc gauche de la vallée de l'Arc les mêmes affleurements, à la montée de Peynier, auprès du puits de la Médecine à Tretz.

Voilà ce que l'on reconnaît en remontant la vallée; si l'on redescend, au contraire, sur le même flanc, en marchant à l'ouest de la Pomme, on rencontre encore les indices des mêmes affleurements à la *Malle* et à l'*Assassin*, puis à la hauteur du village des *Pennes*, vers le *Brus*, et encore vers le *Mourillon* : c'est ce système de lignites qui a été l'objet des travaux établis en 1828 et 1829, dans la concession de Martigues.

Ainsi, la ligne où se montrent les têtes des couches de lignites du système du jais est presque continue sur le flanc méridional de la vallée de l'Arc, depuis l'extrémité orientale jusqu'à la limite occidentale du bassin, les mêmes couches se présentent plusieurs fois. Elles plongent vers le nord, pour s'enfoncer dans le thalweg de la vallée, et se relèvent ensuite plus ou moins brusquement sur le flanc septentrional.

Ainsi, en franchissant toute la largeur du bassin de l'Arc, avant d'atteindre le pied des montagnes crétacées et jurassiques qui dominent la Fare, on trouve les mêmes indices des lignites du Jais, et si l'on remonte jusqu'à Condoux, au nord de la

campagne *Laplace*, on observera toujours les mêmes affleurements.

Plus haut et à l'est, les couches inférieures disparaissent sous les dépôts plus modernes, immédiatement accolés aux terrains jurassiques et néocomiens de Sainte-Victoire.

Ainsi, sur les deux flancs de la vallée de l'Arc, il est impossible de méconnaître l'existence des lignites du Jais.

Sur la rive méridionale vers la Pomme, Belcodène et Peynier, ces lignites, jusqu'ici négligés ou ignorés, nous paraissent mériter une attention sérieuse. Il y a deux couches qui paraissent avoir une puissance régulière de plus de 2 mètres, savoir : la couche inférieure que nous avons désignée par la lettre A, et la couche qui lui succède en s'élevant dans la série des terrains, signalée par la lettre B. Si la mise en exploitation de ces deux bancs de combustibles réussissait, on n'aurait pas à regretter quelques frais hasardés pour en faire l'exploration.

La puissance des couches A et B, mesurée à la Pomme dans ces affleurements, ne serait, d'après la distance du toit au mur, que de $0^m,75$ à $1^m,00$; mais il y a en ce point un écrasement des couches qui marque leur véritable épaisseur; dans les travaux de plan d'Aups et de la Cadière, où les affleurements sont aussi très-écrasés, les couches exploitées ont cependant entre 2 et 3 mètres de puissance; quant à la qualité, on ne connaît bien que celle de la Cadière; et celle-ci, dans nos expériences de 1832, à l'arsenal de Toulon, a atteint le chiffre de l'effet utile produit par les mines de Fuveau et de Tretz. Nous croyons, toutefois, la mine A, plus terreuse et donnant plus de cen-

dres que la mine B; les expériences sur le charbon extrait des travaux irréguliers de la concession du plan d'Aups légitiment cette induction.

Nous attribuons le mépris dont ces affleurements ont été l'objet, pendant qu'à quelques centaines de mètres on exploite activement les lignites supérieurs : 1° à ce que, dans les parties exposées à l'action de l'air et des eaux, ces affleurements sont plus altérés que ceux des autres lignites; 2° à ce que l'on a pu craindre d'avoir à lutter dans la profondeur contre une trop grande affluence d'eau.

Il nous paraît que le point le plus favorablement placé pour entreprendre des essais d'extraction de ces lignites serait les environs de Gréasque, Fuveau et Belcodène; ces recherches seraient favorisées par les épuisements entrepris pour exploiter les parties profondes des mines connues, et donneraient, peut-être, un avenir admirable au grand système d'exploitation, qui épuisera bientôt la grande mine du terrain à lignite tertiaire.

Dans le bas de la vallée de l'Arc, vers l'*Assassin*, le *Mourillon* et le *Brus*, et plus loin, aux Martigues, les couches de ce système sont trop peu continues et trop altérées par les dislocations du terrain pour qu'il soit possible d'en tirer grand profit.

Mais à Lafare et Condoux, sur le flanc nord de la vallée de l'Arc, des travaux bien conduits nous paraissent avoir quelques chances de succès.

Lignites tertiaires.

Nous avons déjà plusieurs fois énoncé que les dépôts de lignites décidément tertiaires succèdent

avec une parfaite régularité au système qui vient d'être décrit : aucun défaut de continuité, ni dans la stratification des couches, ni dans les fossiles; tous les changements se font progressivement. C'est ainsi qu'auprès de la Pomme, tout se passe comme si le système des lignites exploités était lié avec les bancs de la craie supérieure et plongeait vers le fond de la vallée de l'Arc; les couches tertiaires, de plus en plus modernes, se montrent, en avançant au milieu de la vallée, avec une inclinaison vers le nord toujours décroissante. Devenues enfin sensiblement horizontales, elles se relèvent en sens inverse et prennent tout à coup la position verticale au pied du soulèvement de Sainte-Victoire; c'est parce que cette dislocation a brisé si brusquement les couches tertiaires, que l'on ne peut apercevoir à Sainte-Victoire que les bancs tertiaires supérieurs; mais, vers le bas de la vallée de l'Arc, il n'en est pas ainsi, les couches tertiaires supérieures suivant les mouvements éprouvés sur la craie moderne se relèvent sous une douce inclinaison, des deux côtés et dans le milieu, sur le prolongement du plateau de Vitrolles; elles sont sensiblement horizontales : de sorte que sur les deux flancs de cette partie basse de la vallée de l'Arc on pourrait sans doute reconnaître une à une toutes les couches, si la terre végétale ne recouvrait, à Lafare et à Coudoux d'une part, et d'autre part à Marignane, les affleurements des bancs tertiaires inférieurs.

Voici les détails d'une coupe du système tertiaire inférieur, prise aux environs de Fuveau, en allant de bas en haut :

	Distance d'une mine à l'autre.
Grande mine.	7 mèt.
Mauvaise mine. . . .	26
Mine de Quatre-Pans.	7
— de Gros-Rocher.	7
— de l'Eau. . . .	17,66
— de Deux-Pans.	7
— de Fuveau. . .	66,66
Total. . . .	131,32

L'intervalle d'une couche de lignite à l'autre est formé par des bancs de calcaire compacte bitumineux.

Le repère auquel s'attachent le plus les mineurs de la contrée, est un banc de calcaire siliceux et ferrugineux, que le silicate de fer verdâtre, en se décomposant à l'extérieur, colore en jaune ocracé; cette teinte a fait donner à ce banc le nom de *Barre rousse* (*barre* est synonyme de *banc*). Outre les mines en exploitation, ci-dessus énumérées, il y a plusieurs veinules de lignites intercallées. L'épaisseur de la zone des lignites exploités n'est pas invariable; au grand puits de Fuveau, elle atteint 131 à 132 mètres, et à Gardanne, elle se rapproche de 174 mètres. L'épaisseur des dépôts de combustibles s'accroît dans le même rapport que celle des calcaires bitumineux qui les encaissent; cet accroissement est surtout remarquable à Gardanne dans la Mauvaise-Mine. Il semble, en général, que les couches de calcaire pur et d'argile fine doivent être plus puissantes vers les parties les plus inférieures du lac d'eau douce, au milieu duquel la formation actuelle s'est précipitée, tandis que les poudingues et les grès grossiers seraient plus épais vers les bords.

Tous les calcaires qui contiennent les lignites, et qui forment la majeure partie du dépôt, sont

bitumineux et fétides ; leur aspect normal, quand ils ne sont pas altérés, est d'un gris d'autant plus foncé qu'ils sont plus près de la zone où le dépôt de bitume et de combustible est plus abondant. Ainsi, de la mine du *Gros-Rocher* à la *Grande-Mine*, ce caractère domine tellement que les mineurs donnent, à cette partie du système, le nom de *barres douces*, parce que l'abondance du bitume rend les calcaires plus faciles à entailler. Leur odeur fétide, quand on les frappe ou qu'on les frotte, annonce également le principe bitumineux et sulfureux. Ils sont, en général, mêlés d'argile dans une proportion qui varie de 5 à 20 pour 100 ; nous y avons reconnu, par nos essais en petit, des calcaires à chaux hydraulique et même à ciment ; leur cassure est esquilleuse et conchoïde, leur surface nette peut prendre le poli, ils pourraient alors fournir des marbres d'intérieur ; à l'extérieur ils seraient gélifs.

On peut diviser tout le système inférieur tertiaire en trois étages qui seraient composés, en partant de la base :

Fossiles.	1er ÉTAGE.	Mètres.
Mélanopsis, mélanies, cyclades.	Calcaire pyriteux et siliceux. . .	100,00
	Calcaires bitumineux.	183,00
	2e ÉTAGE.	
Cyclades (très-abondants), mélanopsides, potamides, dents de crocodiles, carapaces de tortues, émydes.	Zone des lignites exploités. . .	131 32
Fossiles rares.	**3e ÉTAGE.**	
Mélanopsides (Matheron), cyclades et quelques physes.	Calcaire siliceux avec peu de bitume, et couches de grès avec oolites.	174,00

Les coquilles fossiles sont très-abondantes dans le voisinage immédiat des couches de combustibles; au-dessus du toit de chaque banc de lignite se trouve une couche imprégnée d'une masse de coquilles, dont l'espèce dominante caractérise l'apparition de la mine de lignite. Ainsi la *grande mine* est surtout signalée par des myriades de *cyclades*, tandis que les mines supérieures, dites petites mines, offrent surtout des *mélanopsides*. Chose remarquable surtout, l'épaisseur du banc coquillier qui signale chaque mine est en rapport avec la puissance du dépôt de lignite. Ainsi la grande mine est dénotée par un banc coquillier qui présente environ 2 mètres de puissance, tandis que le banc coquillier correspondant à chacune des autres mines n'est que de $0^m,75$ à 1^m50.

Un autre caractère assez constant des strates calcaires voisins des bancs de lignite est leur délitement en feuillets minces; d'imperceptibles veines charbonneuses séparent entre eux les feuillets calcaires; l'air atmosphérique, en détruisant le bitume, sépare les feuillets.

L'épaisseur des couches de lignite peut s'exprimer de deux manières, en énonçant le chiffre absolu de la distance du toit au mur, sans distinguer du charbon proprement dit, les veines de calcaire, d'argile bitumineuse et pyriteuse qui sont intercalées dans le combustible; alors on exprime la puissance brute des couches : ou bien, on défalque de cette puissance l'épaisseur des veines stériles, on obtient ainsi *l'épaisseur réduite* en charbon pur. Voici la puissance des mines de lignite exploitées à Fuveau, établie de ces deux manières:

		Épaisseur totale.			Épaiss. réduite.		
		m.		m.	m.		m.
Grande mine.		de 2,00	à	2,50	1,50		
Petites mines.	Mauvaise mine.	de 0,75	à	1,00	0,50		
	Mine de quatre pans. .	de 0,75	à	1,00	de 0,50	à	0,60
	— de gros rocher. .	de 0,75	à	1,06	de 0,50	à	0,55
	— de l'eau.	de 0,50	à	0,60	de 0,27	à	0,30
	— de deux pans. .	de 0,50	à	0,60	de 0,27	à	0,30
	— de Fuveau. . . .	de 0,50	à	0,75	de 0,30	à	0,40
Épaisseur totale. .		5,75		Réduite.	3,84		

Quoique le sulfure de fer ne soit pas ordinairement visible dans les lignites, le soufre est dans ces combustibles en proportion double de celle qu'on lui reconnaît dans les bonnes houilles. Ainsi le soufre est de 0,02 à 0,04 pour 100 dans les meilleurs lignites, tandis que dans les bonnes houilles de la Loire nous avons obtenu 0,01. Il paraît que le soufre n'est pas dans les lignites uniquement à l'état de sulfure de fer, mais qu'il y constitue aussi des grains disséminés ou du sulfure de carbone; c'est là l'induction à laquelle on est amené par l'analyse de M. l'ingénieur des mines Diday, faite sur les lignites des environs de Manosque. Le soufre est en excès relativement à la dose de fer. Les parties de soufre, retenues par une très-faible combinaison, dans l'intérieur des lignites, contribuent sans doute à rendre ces combustibles plus altérables que la houille, sous l'influence combinée de l'eau et de l'air.

La proportion d'eau nous paraît d'environ 0,10 dans les bons lignites, mais elle atteint jusqu'à vingt pour cent dans les qualités inférieures ou lignites altérés; nous n'avons jamais constaté les exhalaisons de gaz inflammables carbonés dans les mines. Les précautions qu'exige l'exploitation dérivent seulement de la facile décomposition des lignites, et des incendies souterrains que fait

naître l'air humide agissant sur des combustibles si fort imprégnés d'éléments sulfureux ; mais ces précautions ne sont indispensables que dans les *grandes mines* où les argiles pyriteuses ont une épaisseur qui va jusqu'à $0^{m},50$; lorsqu'on laisse ces débris terreux entassés avec du menu charbon, l'incendie souterrain ne manque pas d'éclater ; il faut qu'une active circulation d'air refroidisse sans cesse les amas de ces *terreuses* (nom de ces argiles pyriteuses), pour que le danger soit évité.

Les altérations des lignites en place sont de deux espèces, ou simplement mécaniques ou purement chimiques.

Dans les failles ou dérangements, le charbon est toujours plus ou moins fendillé ; l'aspect compacte qu'il présente ordinairement disparaît ; on a un charbon brisé irrégulièrement et dans tous les sens, c'est le charbon *partounous* des mineurs de la contrée, ce mot dérive de (*parten*, faille) ; c'est le cas de l'altération mécanique.

Altération chimique et formation des moulières.

L'altération chimique du charbon change entièrement sa composition, les pyrites qu'il contenait sont transformées en sulfate de fer, le soussulfate est entraîné sous forme de dépôt jaune, et l'acide sulfurique détruit le bitume : l'eau, l'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique et l'oxyde de carbone sont les principaux produits de cette réaction, considérée jusqu'à ses dernières limites.

Ainsi, le premier résultat de ce genre d'altération, est un charbon poreux, terne, friable, très-imprégné d'eau, conservant peu de bitume,

mêlé de cristaux de sulfate de chaux; ces derniers cristaux sont dus à la réaction de l'acide sulfurique, sur le carbonate de chaux mêlé au charbon. Les terres pyriteuses ont été en partie détruites; la mine est amincie.

Si l'altération continue, tout le bitume est éliminé. Quelques parties d'ocre jaunâtre sont les seules traces de la primitive existence des pyrites. Il ne reste plus que du charbon sans bitume, très-mélangé d'argile et d'eau. Le dernier terme de cette altération est la disparition de tout le carbone; un résidu argileux jaunâtre tient lieu de la mine de combustible décomposée par une véritable combustion lente.

Les parties de la mine ainsi attaquées prennent le nom de *moulières*.

Les calcaires qui encaissent le charbon perdent eux-mêmes leurs pyrites, leur bitume, et une forte partie de leur carbonate de chaux est transformée en sulfate. Les bancs, auparavant durs et sonores, deviennent ternes, jaunes, et prennent une consistance plus ou moins molle. Les molécules sont quelquefois si désagrégées, et le bitume si bien détruit, que le calcaire devient blanc et friable comme la craie de Meudon. Ainsi, l'altération du charbon est annoncée par celle des calcaires qui les renferment; jamais de lignites éclatants et d'un beau noir, au milieu de calcaires ternes terreux et de grès plus ou moins jaunâtres.

Ainsi, tous les phénomènes observés soit dans les calcaires, soit dans les lignites des moulières, sont en connexion intime; tous dérivent à la fois d'une combustion lente qui a oxydé les éléments sulfureux et hydrogénés, et qui ne détruit entiè-

rement le carbone que lorsque la réaction est arrivée à sa dernière limite.

Les précédentes lignes ont été écrites en 1839; M. Diday, ingénieur des mines des Bouches-du-Rhône, s'est livré, depuis cette époque, à quelques essais de laboratoire, qui ont entièrement confirmé nos observations et nos inductions.

Les analyses dont nous parlons ont été inscrites dans les *Annales des mines*, en 1841. Pour mieux faire ressortir nos conclusions, nous les mettrons sous la forme suivante :

Lignite de Belcodène.

			Non altéré (A).		Altéré (A').
Matières volatiles			0,524		0,535
Charbon			0,452		0,265
Cendres.	Carbonate de chaux,	α = 0,010	0,024	0,082 = 8 α	0,200
	Oxyde de fer	β = 0,008		0,098 = 12 β	
	Argile	δ = 0,006		0,020 = 8 δ	
			1,000		1,000

En comparant le lignite altéré A', à celui non altéré A, on trouve qu'il y a destruction de 187 parties de charbon, c'est-à-dire, les deux cinquièmes de ce que renfermait la couche, tandis qu'il y a eu augmentation de 176 parties de cendres; la partie terreuse a donc été multipliée par 8 + 1/3. Ces phénomènes seraient inexplicables, si l'altération avait été produite par un élément simplement gazeux. Il est évident que le carbone n'a pu être détruit que par des sels terreux oxydants, qui ont déposé leur base terreuse, tandis que l'oxygène de leur acide brûlait le carbone. On est amené ainsi à attribuer à divers sulfates de chaux, de fer et d'alumine, que l'on trouve souvent mêlés au combustible désagrégé, l'altération du charbon. Pour connaître approximativement

la quantité de ces divers sulfates, on n'a qu'à comparer les quantités des diverses bases importées dans le combustible altéré. Le carbonate de chaux et l'argile ont été multipliés par 8 fois leur ancienne dose, tandis que l'oxyde de fer a été multiplié par 12; l'attaque du combustible a donc été faite par un mélange de sulfate de fer, d'alumine et de chaux, dans lequel le sulfate de fer dominait largement, l'oxygène absorbé par le charbon était fourni par l'acide sulfurique qui se dégageait partie à l'état d'acide sulfureux, partie à l'état d'hydrogène sulfuré, comme l'ont observé MM. Magnus et Trémolière, dans leurs remarques relatives à la réaction des sulfates sur les matières organiques.

L'altération a donc été causée par des eaux vitrioliques pareilles à celles que l'on voit parcourir les parties superficielles des couches de charbon.

Les circonstances de l'altération des calcaires qui encaissent le charbon sont mises à nu par d'autres analyses.

	Calcaire de la mine Gros-Roche.		Calc. de la mine de 4-Pans.	
	Non altéré B.	Altéré B'.	Non altéré C.	Altéré C'.
Eau et matière bitumineuse.	0,075	0,010	0,035	0,041
Pyrites.	0,055	0,007	0,004	0,004
Oxyde de fer.	0,039	0,061	»	0,005
Carbon. de chaux.	0,518	0,807	0,957	0,938
— de magnésie.	0,093	»	»	»
Argile.	0,220	0,115	0,004	0,012
	1,000	1,000	1,000	1,000

Dans les analyses B et B', on remarque la destruction de la matière bitumineuse et de la plus grande partie des pyrites; l'acide sulfurique des pyrites décomposées a détruit la partie bitumineuse, tandis qu'il y a eu du sulfate de chaux

amené par le liquide acide altérant. Ce sulfate a décomposé le carbonate de magnésie ; il s'est précipité du carbonate de chaux, et les sulfates de magnésie et d'alumine ont été entraînés par le liquide dissolvant.

Lorsque la matière bitumineuse et les pyrites ont été, au contraire, en très-faible quantité, comme dans les calcaires C et C', le liquide acidulé par le sulfate de fer n'a pu dissoudre qu'un peu de carbonate de chaux à l'état de carbonate acide et de sulfate soluble, tout en déposant un peu d'oxyde de fer.

Ainsi, dans les calcaires, comme dans les charbons altérés, il y a évidente action des eaux rendues vitrioliques par la décomposition des pyrites.

Application de la théorie des moulières à l'art de la recherche des mines de combustible.

La circonstance physique la plus importance à considérer dans l'observation des moulières est qu'elles sont toujours parcourues par des eaux que les pluies abondantes font affluer plus ou moins rapidement.

Si l'on remarque que les eaux sont, à leur arrivée, très-riches en oxygène, et qu'après leur passage à travers la mine carbonifère, elle sont chargées de sulfates de chaux et de fer ; on demeurera convaincu de l'exactitude du principe que nous avons énoncé en ces termes : Les charbons sont altérés en plus grande proportion dans les parties où les eaux circulent plus abondamment et plus saturées d'oxygène.

D'où il est facile de couclure que, près de la surface du sol, l'altération doit être à son maxi-

mum. Aussi les affleurements des mines de lignites sont-ils si faibles et réduits à une couche charbonneuse si étroite, que jamais l'œil d'un mineur étranger aux localités ne devinerait que ce sont là les extrémités de couches exploitées.

Les parties sulfureuses, moins abondantes dans le couches de houille, sont une des causes qui rendent moindre l'altération qu'elles éprouvent à leurs affleurements; cela est si vrai, qu'à circonconstances égales, les couches de lignites les plus pyriteuses s'altèrent davantage.

Une autre conséquence des mêmes principes est que les moulières doivent être, en général, de moins en moins considérables, à mesure que l'on atteint des parties de plus en plus profondes des couches de combustibles; de sorte que dans plusieurs couches superposées, les plus inférieures sont les moins altérées par les moulières. Cette conséquence, par nous énoncée en 1839, a été complétement vérifiée par les travaux d'exploitafaites au grand puits de Fuveau en 1842.

Quelquefois les eaux surgissent de dessous dans les mines de lignites; alors les parties plus profondes peuvent être plus altérées que celles de la surface; mais cela ne peut se rencontrer que lorsque des eaux viennent surgir dans des couches supérieures après s'être infiltrées sur les crêtes de couches qui, placées à un niveau géologique plus bas, ont néanmoins leurs affleurements à un niveau absolu plus élevé; les eaux parcourent alors un siphon renversé, et tout se passe, même dans ce cas, conformément à cette loi générale, que les parties les premières atteintes par l'eau chargée d'oxygène sont les plus altérées. Ces ainsi que les choses ont lieu dans les portions des mines près de

Fuveau, atteintes par les sources qui, après s'être infiltrées à travers les affleurements de la mine du Jais, vers Peynier et Belcodène, remontent vers les couches supérieures, et se font jour auprès de Jas de Bassas et dans le vallon de Ribes, près Fuveau. Mais en se rapprochant du bas de la vallée, et s'établissant au-dessous du niveau des sources, pareil phénomène ne peut plus se présenter; alors on rentrera dans la situation ordinaire, qui est celle-ci : les moulières vont en décroissant à mesure qu'on descend au-dessous de la surface. De ces faits, on déduit que dans les nouvelles recherches de lignites à entreprendre, il faut se guider sur les aperçus suivants : les lignites qui, depuis l'origine, ont été constamment placés sous le niveau des eaux non renouvelées, doivent être les moins altérés.

Au contraire, les lignites placés sur les plateaux élevés, où les eaux circulent avec le plus de facilité et se renouvellent sans cesse, doivent être fortement altérés.

Outre ces indices généraux de l'existence ou de l'absence des moulières, il y a des signes géologiques, qui révèlent aussi leur position : par exemple, aux points où les moulières existent, des affaissements, dus, peut-être, à l'altération et à l'amincissement des couches, ont dérangé la stratification.

Les moulières étant le résultat du passage des eaux, il est clair qu'elles peuvent être aussi considérées comme les voies suivies par les eaux ou pour se réunir au dedans, ou pour se déverser au dehors, suivant qu'elles sont placées avant ou après l'espèce de château d'eau qu'elles constituent; mais le niveau des eaux de ces bassins in-

férieurs est variable; il est au maximum d'élévation, au moment des pluies, et au minimum, lorsque la sécheresse s'est prolongée; aux environs du grand puits de Fuveau, ces variations vont jusqu'à 50 mètres de hauteur verticale. Le passage des eaux à travers les moulières s'établit souvent par filtration, très-rarement par fissure, d'où il suit qu'elles exigent un temps considérable pour faire parcourir aux eaux pluviales absorbées un espace peu étendu. Ainsi ce n'est ordinairement que neuf jours après les grandes pluies que les eaux des moulières des environs de Fuveau se montrent dans les travaux actuels de la mine de quatre pans; mais cet intervalle de temps varie, on le conçoit aisément, suivant les lieux et la profondeur.

Comme *conducteurs d'eau*, les moulières peuvent se diviser en trois classes.

Moulières supérieures, au plus haut niveau des eaux : celles-là absorbent constamment.

Moulières moyennes, placées entre la hauteur *maximum* et la hauteur *minimum* du niveau du château d'eau souterrain; elles absorbent pendant la sécheresse quand le niveau de l'amas d'eau est en contre-bas; elles font affluer l'eau, au contraire, quand le niveau du lac est en contre-haut; ces moulières ont donc des fonctions intermittentes suivant les saisons ou les années plus ou moins pluvieuses.

Enfin les *moulières inférieures*, toujours placées au-dessous du plus bas niveau des eaux souterraines : celles-ci émettent constamment de l'eau.

Ces différents rôles des moulières sont très-importants à distinguer dans l'exploitation des

mines de lignites; les moulières servent à inonder ou à dessécher les travaux, suivant le point où on les rencontre; elles sont ou des obstacles à éviter, ou des moyens à mettre en œuvre.

Aux puits de *Raynaud* et de la *Médecine*, concession de Tretz, tous les travaux sont placés à un niveau élevé, relativement à la vallée de l'Arc; les moulières produisent l'effet de galeries d'écoulement; dès que l'on est gêné par un amas d'eau, on dirige une galerie vers la rencontre d'une moulière.

Au grand puits de Fuveau, où sont les plus profondes excavations situées au-dessous du sol, toutes les moulières tendent à inonder les chantiers.

D'après ce qui précède, il serait très-important d'apprécier les causes qui font naître les moulières et celles qui les éloignent.

Puisque les moulières sont les lignes de passage des eaux, il est clair qu'elles doivent être plus fréquentes dans les plateaux où les couches, peu inclinées, sont recoupées sur les deux versants. C'est dans cette position que le passage et l'écoulement des eaux, qui parcourent une même couche, se fait avec le plus de facilité; en ces cas, il y a de grandes chances pour que les mines de lignites soient altérées ou même entièrement privées de leur carbone et réduites en argile.

Les divers degrés d'altération d'une couche de lignite se trouvent souvent réunis dans une même moulière; au centre de la moulière, le charbon a disparu; le toit et le mur très-rapprochés, ne laissent plus apparaître qu'un lit d'argile; mais en s'éloignant, le charbon reparaît avec la couleur brune comme dans beaucoup de mines de lignite;

plus loin enfin, le charbon, resté parfaitement noir, est seulement devenu friable.

Enfin, dans le fonds des vallées, là où les eaux pluviales forment des amas doués de peu de mouvement, et où le renouvellement est ou très-lent ou nul; là, les moulières doivent être d'autant plus rares, que les eaux sont plus stagnantes.

Sur les coteaux élevés, l'inclinaison des couches de lignites, la plus propre à écarter les altérations par les moulières, est la verticale; parce que, dans ce cas, les parties hautes de la mine peuvent être seules altérées; les parties inférieures ne recevant plus que de l'eau désoxygénée par les lignites de la partie supérieure, ne peuvent plus être décomposés par ce liquide.

C'est ainsi que les meilleurs charbons que l'on trouve sur les hauteurs de la Sainte-Baume sont fournis par les portions verticales des couches. Les lignites des environs de Manosque, situés sur des coteaux à pente rapide, ont aussi le *minimum* d'altération dans les parties les plus rapprochées du plongement vertical.

Dans les couches peu inclinées, placées au-dessus du niveau des eaux souterraines, tous les accidents qui déchirent les bancs et qui favorisent l'introduction des eaux souterraines sont des causes de moulières. Ainsi les failles, ainsi les fentes, ainsi toutes les causes qui ouvrent le sol ou changent le pendage, produisent bientôt les altérations que nous signalons. Il ne faut jamais perdre de vue ces circonstances et leurs conséquences, dès que l'on cherche à mettre en exploitation les couches de combustibles.

La gravité des observations qui précèdent, soit pour l'exploitation, soit pour la rencontre des

mines de lignites, motive suffisamment les détails où nous venons d'entrer; peut-être même ne sont-ils pas inutiles pour éclairer les recherches et l'exploitation des mines de houille et autres combustibles minéraux. Dans nos études sur les moulières des anthracites de la Mure (Isère), il nous a paru que ces accidents étaient dus à des causes analogues à celles que nous venons de signaler, et que l'altération de ces combustibles présentait plusieurs traits de ressemblance avec ce que nous avons observé dans les lignites.

Tous les combustibles devenus peu bitumineux et poreux par l'effet des moulières peuvent être encore d'une certaine utilité et jouer le rôle de désinfectants. Nous avons directement constaté les propriétés désinfectantes, non-seulement de tous les lignites altérés, mais encore de la houille anthraciteuse des affleurements du fort Lamalgue à Toulon, et de l'anthracite de la Mure, près Grenoble. Dans le voisinage des grandes villes où les matières animales abondent, on peut trouver ainsi, dans les charbons minéraux altérés, un moyen de désinfection et de conservation des engrais, en même temps qu'on augmente leur masse. Il est bien à désirer que l'agriculture ouvre ses larges débouchés à l'industrie minérale, et mette à profit, soit comme terreau, soit comme noir animalisé, les parties les plus détériorées des mines de combustibles.

Le charbon altéré à l'état de moulière jouit en outre, à un certain degré, des propriétés décolorantes; mais le fâcheux effet des sulfures encore restés dans la masse charbonneuse empêche de les utiliser sous ce rapport dans les raffineries de sucre.

M. Diday, dans ses essais de laboratoire, a reconnu que les lignites des moulières étaient solubles dans les alcalis; ils paraissent jouir d'une partie des propriétés de l'acide ulmique. *L'acide ulmique*, si abondant dans les tourbes, est le résultat de l'altération de tous les combustibles minéraux, lignite, houille et anthracite. Tous passent ainsi, dans leurs affleurements altérés, de l'aspect noir foncé éclatant qui caractérise le combustible minéral bien conservé, au *faciès* brunâtre qui signale la terre d'ombre, le braunkolhe et l'acide ulmique. L'acide ulmique étant le vrai principe du terreau, il découle de ce qui précède cette importante conséquence, que tous les combustibles minéraux peuvent, par l'action de l'air et de l'eau, se changer en terreau.

Après avoir décrit les caractères généraux du gisement des lignites exploités dans la vallée de l'Arc, nous allons indiquer les circonstances que présente ce terrain dans les diverses parties du même bassin.

Flanc méridional de la vallée de l'Arc.

Les affleurements des couches exploitées se montrent d'une manière continue depuis le haut de la vallée de l'Arc, dans la partie sud de la concession de Tretz, jusqu'à Gardanne et à la Malle, sur la route royale d'Aix à Marseille. Les couches gardent toujours le plongement vers le nord, seulement elles s'infléchissent à l'ouest, dans le passage du col de Saint-Savournin, où elles se joignent aux couches tertiaires de la vallée de l'Huveaune. De Gardanne à la Malle le plongement est croissant, jusqu'à ce que les couches soient devenues presque verticales à la Malle.

A l'ouest de la Malle, entre Plan de campagne et l'Assassin, la dislocation n'a pas brisé les couches, mais elles ont été courbées en dos d'âne avec une pente vers le sud, d'où elles semblent aller butter contre les terrains crétacés et jurassiques, et avec une autre pente au nord, elles se développent dans la vallée. Plus à l'ouest, après les Pennes, et de Gignac à Marignane, on voit les bancs supérieurs du système plonger au nord avec un angle de 10 à 22°; malheureusement la terre végétale recouvre toutes les parties où pourraient apparaître les affleurements de lignites; mais on reconnaît très-bien les bancs de calcaires siliceux avec grosses oolites, qui servent de repères, soit à Tretz, soit à Marignane, aux bancs de grès calcaire qui terminent la zone carbonifère. Entre les strates de calcaires siliceux du Pas-du-Lancier et les couches de grès qui se montrent sur la grande route de Gignac à Martigues, le système des couches de lignites exploitées à Fuveau doit exister; puisqu'il y a là le dessous et le dessus du système, la partie intermédiaire doit très-probablement aussi se présenter. Il n'y a pas eu cessation de la formation, puisque plus loin, à Martignac, une portion de cette masse intermédiaire située au-dessus du grès vert se présente encore. Il n'y a pas eu non plus rupture et destruction, car l'intervalle couvert de la terre végétale offre assez de largeur pour contenir la tranche des bancs cachés, sans doute par le remblai du vallon. Il est donc probable que des sondages et des recherches par tranchées et puits seraient couronnés de succès, si on les dirigeait habilement dans le vallon du Merlançon, au sud de Marignane et aux environs des Pennes.

En dernière analyse,

En énumérant les motifs qui rendent probable l'existence géologique des couches de lignites exploitées dans la partie sud de Marignane, nous évitons de nous prononcer sur les avantages industriels que ces dépôts pourraient présenter. Les couches présentent-elles beaucoup de régularité? Sont-elles terreuses et altérées? Le terrain serait-il facile à soutenir dans les excavations? Ce sont là des questions sur lesquelles nous n'osons hasarder aucune conjecture. Il est probable que les eaux sont abondantes dans cette localité, et s'il y avait possibilité d'établir une extraction sur la rive gauche de l'Arc, le sud-est de Marignane et la partie contiguë à la bordure ouest de la route royale d'Aix à Marseille, près la Malle, sont les deux portions de terrains qui nous paraissent le plus favorablement disposées pour les recherches du système de lignite exploité. Le voisinage des étangs près Marignane, de la grande route, et des fabriques de soude de Septèmes, près la Malle, la faible distance de Marseille, donnent à ces localités un nouvel intérêt. A la Malle, les eaux souterraines seraient facilement évacuées par galeries; à Marignane, on devrait recourir aux machines d'épuisement.

Flanc septentrional de la vallée de l'Arc.

Sur l'autre flanc de la vallée de l'Arc, le système des couches exploitées reste à une très-grande profondeur au-dessous du sol depuis le plateau de Saint-Antonin, à l'est de la ville d'Aix, jusqu'à Bompar à l'ouest de cette ville. Les couches de beaucoup supérieures au système exploité

arrivent seules au jour, mais ensuite de Bompar à l'étang de Berre, le système exploité se relève vers la surface, et paraît à Lafare où M. Armand le découvrit en 1829, et nous le reconnûmes en 1830 vers Coudoux. A Lafare et à Coudoux les couches présentent le plongement en sens opposé à celui qu'elles offrent, au sud, vers Marignane : elles forment ainsi le fond de bateau, dans le thalweg de la vallée ; on reconnaît encore au pont de Lafare ces grès calcaires avec oolites que nous avons déjà signalés vers la fin de la série carbonifère à Tretz, à l'entrée du bourg, et à Marignane, au Pas-du-Lancier ; ainsi les mêmes bancs se présentent dans toutes les parties du bassin ; il n'y a que des variations d'épaisseur et de pureté. Jusqu'à ce jour, les travaux d'exploitation des environs de Lafare et Coudoux ont été maintenus dans les parties superficielles où les eaux, circulant sans cesse, ont converti presque toute la masse en véritable charbon de moulière. Aussi a-t-il été trouvé plus propre à servir de désinfectant qu'à alimenter des fourneaux ; mais dans l'intérieur des couches de lignite brunâtre exploité à Coudoux on trouve des morceaux qui sont restés d'un noir comparable à l'éclat des meilleurs lignites des environs de Fuveau.

Le calcaire qui encaisse le lignite de Coudoux est lui-même d'une texture jaunâtre et terreuse, qui l'assimile complétement au calcaire des moulières de Fuveau ; mais dans quelques parties des travaux où le calcaire est resté plus compacte et plus bleuâtre, le lignite est aussi plus compacte et moins terreux ; aussi les accidents du calcaire et du lignite de Coudoux démontrent que les parties superficielles, jusqu'ici explorées dans ces loca-

lités, ont été altérées et transformées en moulières. Les analogies ne portent-elles pas à penser que si l'on poursuivait ces gisements dans la profondeur, on atteindrait des portions non altérées par les eaux et dans lesquelles les calcaires et les lignites se rapprocheraient de l'état où on les trouve dans les excavations placées près de Fuveau..?

Au sud de ces concessions, on pourrait tenter quelques recherches qui auraient pour but principal de mettre en exploitation les mines supérieures du système; mais les sondages auraient plus de 100 mètres à parcourir en ligne verticale pour attendre la plus élevée des couches de lignite du système exploité et les eaux souterraines seront probablement abondantes.

Il vaudrait mieux encore s'établir à l'ouest de la concession de Lafare, on n'aurait alors que telle profondeur que l'on voudrait pour atteindre les couches exploitées dont les affleurements doivent venir plonger sous l'étang; on pourrait combiner le choix de l'emplacement de façon que l'opération du sondage eût pour but de découvrir l'allure et le prolongement des couches de combustible près de la concession déjà créée, et encore décider de leur amélioration dans la profondeur pour l'étendue de la concession existante.

D'après ce que nous avons déjà exposé sur la grande dépression qu'éprouvent les bancs de lignite exploités, lorsqu'on se rapproche d'Aix, il n'y a point de recherches à tenter entre Coudoux et Puylobier; ce n'est que dans les environs de ce bourg et de celui de Pourrières qu'il y aurait quelques recherches à faire.

Mais, si au lieu de suivre les deux flancs de la

vallée de l'Arc, on examine le terrain qui constitue sa partie médiocre, on verra que, vers le pont de la vallée, le bourg de Pourrières est établi sur les grès supérieurs de la zone carbonifère tertiaire, et que vers l'est des habitations se montrent les couches néocomiennes et crétacées qui plongent à l'est, vers le terrain de Pourrières, de sorte que l'existence du groupe carbonifère tertiaire a pour elle quelque probabilité dans le vallon qui sépare Pourrières du quartier d'Armentières et Notre-Dame-de-Miséricorde. Les affleurements des couches n'étant cachés dans ce vallon que par la terre végétale, c'est par des tranchées et des galeries qu'on devrait chercher à mettre à découvert les affleurements de lignites du système exploité, s'il y existe réellement. Plus bas et à l'ouest, au nord du périmètre de la concession de Tretz, vers Châteaulare et Malabarate (Cassini), on aurait environ 200 mètres de profondeur à parcourir, pour atteindre le commencement de la zone carbonifère tertiaire, en continuant à descendre vers le méridien de Fuveau, et se plaçant toujours à la limite nord des terrains concédés, il faudrait 400 mètres de sondages ; mais le chiffre des profondeurs croîtrait rapidement quand on descendrait à l'ouest du méridien de Fuveau.

En résumé, les travaux de recherches pour atteindre le système de lignites exploités ont des chances de succès auprès de la Malle, limite ouest de la concession de Gardanne; puis dans la partie sud du territoire des Pennes et de Marignane; enfin, nous avons signalé l'opportunité d'une fouille profonde de 50 à 60 mètres à l'ouest de la concession de la Fare.

Les fouilles et les sondages à établir, au nord de

Pourrières et au nord de Tretz et Peynier, ne viennent qu'au second rang.

La recherche du bon charbon, soit au-dessus des moulières de la Fare et de Condoux, soit dans les terrains non concédés de Marignane et des Pennes, est d'une haute importance, même pour toute la région concédée dans le restant de la vallée de l'Arc. En avançant vers l'est les travaux d'exploitation établis en aval près du niveau de la mer, on créerait, sans frais, un magnifique système d'écoulement pour toutes les parties des mines situées vers le thalweg de la vallée aux environs de Tretz, Fuveau, et aussi pour une bonne partie du territoire de Gardanne.

Système tertiaire moyen.

Ce système, intimement lié au précédent par les grès rougeâtres et les marnes lie de vin qui alternent avec les deux groupes au point de jonction, est formé par la série suivante :

1er Groupe, ou système de la montagne Menut;

2e Groupe, ou système du calcaire de Vitrolles;

3e Groupe, ou système du gypse d'Aix;

4e Groupe, ou mollasse marine et d'eau douce supérieure.

1er Groupe.

1er étage.

		Puissance.
		m.
Quelques cyclades, les mélanopsides dominent.	Calcaires blancs alternant avec marnes bigarrées et bitumineuses, quelques indices de lignites terreux.	207

2e étage.

» »	Grès et marnes bigarrées. . .	140

3e ÉTAGE.

		Puissance.
Cyclostomes disjointes, raccourcies, paludines, hélices abondantes, ampullaires. Mélanopsides (particulières à cet étage).	Calcaires compactes, affleurements de lignites dits mines perdues	140

Le nom imposé à ce groupe est tiré de la colline qu'il constitue à l'ouest de Fuveau, montagne couronnée par la fabrique de soude *Menut*.

1er *étage*. Les calcaires blancs compactes imitent quelquefois le calcaire jurassique; ils ont néanmoins une légère odeur bitumineuse, caractère qui les rapproche des parties du terrain tertiaire que nous avons déjà considérées. Ils alternent avec des marnes jaunes et violacées qui forment la plus grande masse du terrain. Les bancs calcaires sont peu puissants, leur épaisseur est ordinairement réduite de $0^m,75$ à $0^m,60$; elle n'est souvent même que de $0^m,50$; les marnes sont fortement argileuses.

Les parties bitumineuses sont rares dans cet cet étage qui, entre Fuveau et la ville de Gardanne, constitue toute la montagne signalée par la Bastide, Bramefan (Cassini); mais aux environs de Pont-de-Vélaux et dans l'intervalle de Berre au pont de la Fare, dans le bas de la vallée de l'Arc, les traces bitumineuses et les indices de lignites sont plus plus nombreux, et les calcaires moins compactes et plus fétides. Ce même étage peut encore être étudié entre Aix et Coudoux, à Bompar et Mahon; il offre des caractères intermédiaires entre ceux qu'il prend dans le haut et dans le bas de la vallée.

Les marnes bitumineuses que nous avons signalées entre Berre et la Fare pourraient fournir de nombreux ateliers de chaux hydraulique; quant

aux affleurements de lignites, ils sont terreux et fortement altérés; pour les retrouver en parfaite conservation et avec la réunion de toutes les qualités dont leur gisement est susceptible, il faudrait s'écarter des coteaux, où ils ont été exposés à l'action de l'air et des eaux fluentes; il faudrait les sonder au pied méridional de la vallée de Berre ou vers Marignane. Ces traces de couches de lignites ont donné lieu à des demandes en concession, mais jamais à des fouilles faites avec l'art et la suite convenables.

Les fossiles de cet étage appartiennent principalement aux mélanopsides, aux paludines, mais les cyclades sont devenues très-rares.

2ᵉ *étage*. Les marnes et grès diversement colorés, qui succèdent au 1ᵉʳ étage, ont été profondément corrodés depuis Pourcieux jusqu'à Gardanne, en passant par Rousset et Pont-de-Bachasson. Les grès sont fortement quartzeux et micacés, quelquefois d'un gris bleuâtre, d'autres fois rouge de brique, d'une consistance molle en général, mais quelquefois très-dure et compacte. Ces grès, vers Pourcieux, s'appuient immédiatement sur le calcaire jurassique; ils ressemblent alors parfaitement, par leur position et leur bigarrure, aux grès tertiaires moyens des environs de Mourmoiron et Apt (Vaucluse), et rappellent ceux décrits à la base du terrain tertiaire de la Drôme, dans l'intéressante statistique de M. l'ingénieur des mines Gras.

Dans la partie inférieure de la vallée, ces grès occupent le fond de la plaine entre l'Arc et Velaux et entre Berre et Rognac; nous n'avons point remarqué de débris fossiles dans ce terrain.

3ᵉ *étage*. Les marnes rougeâtres qui rattachent

cet étage à celui qui précède, deviennent de plus en plus effervescentes, et servent de base à des dépôts de calcaire en assises très-épaisses, qui se font remarquer à Rousset, à Châteauneuf-le-Rouge, qui dominent le *pont* de *Bachasson*, et qui, de là, s'avancent vers l'ouest par le *four* de *Meyreuil*, les hauteurs de Cabriès et les escarpements intéressants des Pennes, de Notre-Dame-de-Pitié, près Marignane. Après s'être abaissées sous le *Griffon*, ces masses calcaires reparaissent à la descente de l'*Écaillon*, au sud-est de Berre.

Les calcaires de cet étage cessent tout à fait d'être bitumineux ; ils présentent des points cristallisés et beaucoup de traces de fossiles. Il y a des marnes bitumineuses intercalées et des indices de deux couches de lignite, qui sont connues sous le nom de *mines perdues* aux environs de Châteauneuf-le-Rouge et de Rousset. Vers le bas de la vallée, ces mêmes affleurements se montrent à *Val-Brillant*, vers le *four*, entre Gardanne et Meyreuil, au village des Pennes, au *Pas-du-Lancier*, sud-est de Marignane; ils se présentent encore sur le relèvement opposé du même terrain; vers la rampe de l'*Ecaillon* et à Baume de *Canouille*, entre Rognac et Vitrolles. L'épaisseur totale de l'une des deux mines paraît de 1 mètre, mais le lignite est très-altéré; les fossiles sont assez nombreux dans le toit des deux couches; les *cyclostomes* disjoints et raccourcis décrits par M. Matheron; les paludines et une hélice voisine de l'espèce Algira caractérisent ces assises. Les cyclades manquent ici totalement.

Il y aurait quelques convenances à poursuivre sérieusement les explorations, plusieurs fois commencées et abandonnées sur ces affleurements

de lignites; mais il faudrait pour cela éviter avec intelligence les points où se trouvent les altérations dont nous avons signalé les causes avant de marquer le véritable état du combustible. Il faudrait atteindre ce banc dans la profondeur, au nord de l'affleurement de Rousset, Châteauneuf, du Four et du Pas-du-Lancier. Les demandes en concession qu'a provoquées la vue de ces affleurements, n'ont jamais été bien poursuivies. Si la couche se trouvait être d'épaisseur et de qualité convenables, le toit calcaire serait assez solide pour permettre l'exploitation.

2e GROUPE du système tertiaire moyen.

Fossiles.	Calcaires de Vitrolles.	m.
	1er ÉTAGE.	
» »	Marnes grises et poudingues. . .	100
	Calcaires blancs, avec grosses oolites.	80
	2e ÉTAGE.	
Physes, lymnées, cyclades, cyclostomes et planorbes.	Grès, marnes et poudingues calcaires blancs et rosés (brèche du Tholonet.	90
	3e ÉTAGE.	
» »	Calcaires marneux et siliceux. .	90
	Épaisseur totale.	360

Cette puissance se réduit à moins de 200 mètres dans le bas de la vallée vers Vitrolles.

L'ensemble de cette masse de sédiments se dessine longuement par les escarpements d'argile et de grès rougeâtre, qu'elle présente dans le pont de la vallée, au pied de Sainte-Victoire, au plateau du Cengles et dans le bas par les flancs vivement colorés des plateaux d'Arbois et de Vitrolles, tous couronnés de grandes masses calcaires; la liaison de ces deux parties extrêmes du même dépôt s'établit par les collines de Monteguet et de Cabriès, qui présentent, inclinées, les mêmes couches que l'on trouve presque horizontales à Vitrolles et au Cengles.

Ce système de dépôts se sépare bien nettement du précédent par les poudingues polygéniques à fragments de quartz noirâtre et schisteux, et de calcaire jurassique, qui sont quelquefois de la dimension de 5 à 6 centimètres. Il est bien évident pour l'observateur qui étudie ces poudingues aux défilés de la Galante et de l'Augesse, que ce groupe appartient à une période géologique bien distincte de celles des terrains tertiaires précédents. Une profonde agitation succédait maintenant à l'état de repos où se trouvait le lac tertiaire qui engendrait auparavant les lignites de Fuveau.

Les deux étages inférieurs de ce groupe peuvent s'étudier aux deux défilés que l'on traverse en allant d'Aix à Fuveau.

Avant d'atteindre le pont de Bachasson, l'étage inférieur à la Galante, et l'étage supérieur à l'Augesse, la brèche du Tholonet présente le calcaire supérieur lui-même transformé en poudingue, dont les principaux noyaux sont de calcaire jurassique, tandis que la pâte est de calcaire cristallin d'eau douce. L'état bréchiforme de ce calcaire semble n'être qu'un accident local qui disparaît quand on suit le même calcaire vers l'ouest. Nous avous observé plusieurs fois des accidents analogues dans la mollasse d'Aix, dans le calcaire d'eau douce d'Aix et de Saint-Antoine, près Marseille, dans les tufs du département du Var; les couches, formées d'une partie uniforme, prennent l'état de poudingues et des brèches, au contact des terrains qui dominaient les bassins où ces dépôts se formaient.

Mais un caractère que présentent constamment les strates calcaires de ces étages, est la puissance des bancs atteignant souvent 5 à 6 mètres.

Il semble que, dans le bassin de la vallée de l'Arc, le dépôt a été plus tranquille, et que les bancs d'argile, de poudingue et de grès ont diminué, et quant à la grosseur des rognons, et quant à la puissance d'ensemble. La tranquillité du dépôt introduit aussi un autre caractère dans les bancs calcaires : ils sont quelquefois composés d'oolites très-nombreuses et très-volumineuses. Elles ont jusqu'à 15 centimètres de diamètre dans les couches de l'étage inférieur que l'on trouve vers le Griffon, à l'est de Marignane, et dans celles qui sont au pied du village de Vitrolles.

Nous avons signalé le défilé de l'Augesse, percé à travers l'étage moyen de ce groupe dans la partie de la vallée, située à l'est de la ville d'Aix; à l'ouest, le défilé que traverse encore la rivière de l'Arc à Roque-Favour, est aussi taillé dans la masse calcaire du même étage. Dans ces deux localités, des escarpements de 60 mètres de hauteur sont dominés par les mêmes masses calcaires compactes, dont la pâte blanche, luisante, contraste avec les argiles rouges qui les supportent.

Quelques couches de calcaires marneux sont intercalées, en petit nombre, dans les calcaires de Vitrolles et du Tholonet. Nous avons trouvé au Tholonet des cyclostomes dans ces calcaires marneux. Une couche mince du même calcaire marno-bitumineux, propre à fournir de la chaux hydraulique, se montre aussi aux défilés de l'Augesse et de Roque-Favour, mais nulle part il n'y a là des indices de lignite très-caractérisés.

L'étage qui surmonte le calcaire de Vitrolles est à peu près exclusivement formé de calcaires compactes et siliceux; on le trouve constamment depuis le défilé de l'Augesse jusqu'aux environs

d'Aix. Il s'étend sur les hauteurs du Monteguet, et de là se développe dans la plaine des Milles et d'Arbois, toujours recouvrant immédiatement les bancs épais du calcaire de Vitrolles.

Point d'indices de lignites dans ces derniers grands dépôts calcaires, seulement quelques couches marneuses et un peu bitumineuses. L'ensemble de ces bancs calcaires est moins pur que le calcaire des étages précédents; aussi n'ont-ils pas été essayés comme marbres, mais ils sont employés comme calcaires à chaux légèrement hydrauliques. Celle à laquelle le Monteguet a donné son nom est dans cette classe.

Les fossiles principaux du calcaire de Monteguet sont les hélices et les planorbes; celles-ci abondent surtout au pont des Trois-Santés, placé sur l'Arc, à 2 kilomètres d'Aix; les lymnées sont aussi très-fréquentes. M. Matheron a reconnu aussi des physes, et la cyclostome héliciforme associée aux autres fossiles que nous venons d'énumérer.

On voit ainsi l'ensemble des fossiles des terrains tertiaires moyens de la vallée de l'Arc présenter une grande ressemblance avec ceux des calcaires tertiaires du bassin de la Durance, près Manosque, et du département de Vaucluse. L'analogie de composition marche d'accord avec celle des débris organiques, mais la conformité va devenir bien plus frappante encore dans les groupes suivants:

3e GROUPE du terrain tertiaire moyen.

Fossiles.		Épaisseur.
		m.
» »	Marnes rouges, alternant avec le grès.	20
Insectes fossiles, poissons d'eau douce, débris végétaux.	Calcaires marneux, avec couches de gypse grenu.	
Potamides abondantes.	Calcaires marneux.	20
Paludines et hélices.	*Id.* avec parties bitumineuses et indices de lignites.	30
	Épaisseur totale.	70

L'épaisseur de ce groupe atteint vers Rognes 200 mètres, et à Manosque, dans la vallée de la Durance, 1000 mètres.

Ce terrain, évidemment superposé ou nord et à l'ouest de la ville d'Aix, au calcaire du groupe précédent, constitue, dans la vallée de l'Arc, toute la masse du plateau de Venelles, qui sépare la ville d'Aix de la Durance, et de là il s'étend sur les hauteurs d'Éguilles, formant ensuite tout le sol du plateau de Saint-Cannat à Lambesc; il va s'enfoncer sous la mollasse.

On retrouve le même terrain surmonté encore de mollasse, à Notre-Dame-des-Martigues et dans le vallon de Saint-Julien, dépendant de la même commune.

Les calcaires qui constituent la plus grande partie de ce groupe sont marneux, imprégnés de bitumes et très-feuilletés; tout annonce dans leur texture qu'ils sont le produit d'une période de tranquillité parfaite, qui a succédé aux mouvements un peu vifs, dont l'influence est évidente dans les couches sableuses inférieures. La tranquillité a été si grande, que des aîles de mouches ont été conservées dans les feuillets du calcaire marneux; tous les géologues savent, en effet, que l'on retire des plâtrières d'Aix des empreintes de poissons parfaitement conservées, et même des empreintes de plusieurs insectes, tels que *diptères* et *lépidoptères*. On est bien moins surpris de rencontrer des débris végétaux qui paraissent appartenir aux genres saules et palmiers, mais point de dépôt de lignite: les calcaires marneux de ce terrain sont accompagnés de silex pyromaques, disposés par lits comme aux environs de Paris. Enfin, le gypse grenu, intimement

mêlé de carbonate de chaux, forme deux couches puissantes d'environ deux mètres intercallées dans le calcaire.

Le dépôt gypseux est surmonté de calcaire siliceux avec nombreux débris de paludines et de potamides. Une grande partie de ces fossiles est silicifié. Les paludines deviennent de plus en plus abondantes en remontant dans la série; on les trouve accompagnés, sur le haut du plateau de Venelles, de lymnées et planorbes.

Ici, les calcaires bitumineux sont accompagnés de véritables parties charbonneuses qui paraissent indiquer des affleurements de couches de lignites fort altérées; la position de ces couches, disposées horizontalement sur le haut d'un plateau, dont les deux versants, coupés en falaises, laissent un libre écoulement aux eaux, ne permet pas d'espérer la rencontre d'une couche de lignites conservée; mais leurs indices y sont néanmoins d'un haut intérêt, lorsqu'on reconnaît que, par leur position géologique et leurs fossiles, ils représentent, dans la vallée de l'Arc, les dépôts charbonneux de Manosque, Forcalquier (Basses-Alpes) et d'Apt, et Méthamis (Vaucluse). Dans toutes ces localités, en effet, les lignites que nous venons de signaler sont intercallés par leur partie inférieure, formant la zone de mines de forge de Manosque, dans des calcaires à paludines et planorbes, qui servent de toit au dépôt de gypse grenu. La démonstration de ce rapprochement devient complète dès l'instant qu'on observe qu'à Aix et à Manosque, la mollasse marine a succédé immédiatement au système que nous décrivons, et qu'au point de contact, il y a des couches arénacées, où

les fossiles d'eau douce du calcaire gypseux sont mêlés aux fossiles marins de la mollasse.

Ainsi, il y a certainement identité entre le système à gypses et lignites de la vallée de la Durance et celui de la vallée de l'Arc; de là, cette conséquence pratique assez importante que les lignites de Manosque pourraient se rencontrer dans les parties voisines de Lambesc et de Martigues, où l'on voit le système gypseux s'enfoncer sous la mollasse; et si l'on pousse plus loin encore les inductions, on arrivera à penser que les lignites de Manosque peuvent se prolonger sous toute la plaine de la Crau, où se montrent alternativement la mollasse et le poudingue tertiaire supérieur, qui a recouvert la mollasse elle-même.

Une autre conclusion, nécessairement amenée par ces comparaisons, est que, si la mollasse représente bien le grès de Fontainebleau, le terrain gypseux tertiaire de la Provence correspond parfaitement à la formation de Montmartre.

Pour les personnes qui veulent absolument des preuves zoologiques, nous citerons, comme vérification de ce qui précède, la mâchoire de *Palæoterium minutum*, extraite des lignites de Méthamis, déjà signalés comme partie supérieure de la formation gypseuse de Vaucluse.

4e GROUPE. Tertiaire moyen.

» »	Marnes et grès......	150m.
Débris de coquilles marines, squales, etc.	Mollasse compacte	
Coquilles d'eau douce.	Marnes, grès et calcaires. .	

Les grès rougeâtres et les marnes qui précèdent la mollasse se trouvent au Logisson, sur le plateau de Venelles, à 6 kilomètres au nord de la ville d'Aix et sur la route royale de Marseille à Greno-

ble; en ce point se trouve la fusion des éléments de la formation gypseuse et du dépôt de mollasse, avec les caractères identiques à ceux qu'on leur reconnaît, soit entre Sainte-Tulle et Pierrevert, entre Manosque et Villeneuve, entre Ceyreste et Viens (Vaucluse) ; seulement au plateau de Venelles, nous avons remarqué le mélange des fossiles, qui est bien facile à constater dans les Basses-Alpes, où l'on voit souvent, en effet, des assises d'eau douce entre deux systèmes de mollasse marine. Cette partie de la mollasse est riche en couches de lignites dans les Basses-Alpes ; c'est là le groupe des *mines de la chaux*. La mollasse inférieure ne paraît que par lambeaux et occupe peu de points sur le plateau de Venelles ; cette circonstance peut rendre raison de la disparution du combustible de cet étage sur les points observés de la vallée de l'Arc.

La mollasse supérieure avec ses calcaires ou solides ou terreux, avec ses nombreuses coquilles marines brisées, et les pectens gigantesques (*pecten latissimus*), est un horizon géologique excellent, qui se fait reconnaître soit au Tholonet, dans la haute vallée de l'Arc, soit à Saint-Chamas, à Istres et Monteguet, sur le prolongement géologique de la même vallée.

Le gisement de la mollasse du Tholonet est surtout remarquable, en ce que les couches de mollasse, presque horizontales, reposent sur la tranche inclinée des couches de la brèche de Tholonet, preuve irréfragable que la mollasse, si bien liée au système à gypse, est de beaucoup postérieure à la formation tertiaire du poudingue, devenu si fameux sous le nom de Brèche du Tholonet.

Auprès d'Aix, au sud de la ville, la mollasse marine présente de grandes valves d'huîtres encore en connexion et surmontées de calcaires marneux à paludines; les couches ébouleuses et les calcaires friables de ce système ont été traversés par la tranchée de la route royale d'Aix à Marseille, au sud de la Rotonde; ces calcaires sont bitumineux et correspondent aux lignites supérieurs à la mollasse, que nous avons observés à Corbières et Sainte-Tulle (Basses-Alpes), mais on ne peut pas espérer de les rencontrer dans la vallée de l'Arc, parce que la presque totalité de la formation a été enlevée dans les érosions.

Terrain tertiaire supérieur.

Ce terrain, si remarquable dans la vallée de la Durance et du Rhône, où il finit par constituer la plaine de la Crau, n'est représenté dans la vallée de l'Arc que par le poudingue polygénique de la montée de Luynes, au sud du pont de l'Arc, près d'Aix. Dans la basse vallée près de la Fare, ce sont les galets et les transports modernes qui paraissent recouvrir immédiatement le terrain tertiaire inférieur, mais sans offrir de trace de tourbes, ni de dépôts de matières végétales. Vers Marignane, au contraire, le sol paraît tourbeux, et il serait possible qu'on mît à découvert quelques masses de ce mauvais combustible. Mais à l'ouest des étangs, vers Plan-d'Aen, un bon dépôt tourbeux se manifeste à 1 mètre sous le sable.

Nous voudrions insister ici sur les inductions géologiques intéressantes auxquelles cet exposé nous amènerait; nous nous contentons d'observer que les terrains tertiaires de l'Arc présentent une

épaisseur totale de 1.554 mètres, et que si ces terrains se prolongent sous les bassins du Rhône et de la Durance, où les dépôts tertiaires moyens, mesurés à Manosque, arrivent à 2.000 mètres, il pourrait se faire que la masse tertiaire, dans le Crau, atteignît jusqu'au delà de 3.000 mètres.

Ainsi, la profondeur des eaux douces tertiaires, sous lesquelles se formaient les calcaires tertiaires de la vallée de l'Arc, rappelle complétement celle des mers secondaires, sous lesquelles se précipitaient les plus grandes masses jurassiques et crétacées.

N'est-il pas remarquable que les calcaires de Fuveau rappellent aussi, par leur compacité, les dépôts de calcaires secondaires les plus durs? Lorsqu'on voit ensuite la compacité décroître dans les dépôts tertiaires du même âge, qui se sont formés dans les lacs peu profonds et peu étendus des bassins de l'Huveaune, de l'Argens et de la Bresque (Bouches-du-Rhône et Var), n'est-on pas amené à considérer la pression des eaux comme ayant joué un rôle essentiel dans la compacité des roches sédimentaires?

En résumant tout ce qui précède, on voit qu'il conviendrait de faire les fouilles suivantes.

Dans la concession de Gréasque et Belcodène, faire des galeries et des puits de reconnaissance entre la Pomme et les affleurements exploités; pour vérifier si les indices des mines de la Craie supérieure correspondent à des couches dont l'im-

(1) Dans cette épaisseur n'est pas compris le système des lignites du jais, qui semble se lier davantage à la craie qu'aux dépôts tertiaires.

portance et la qualité égaleraient celles qu'elles offrent à la Cadière.

Ces recherches auraient beaucoup d'intérêt aussi pour la concession Saint-Savournin, nord, où la grande mine est en partie enlevée.

Pour le système tertiaire des lignites exploités, rechercher, 1° à la Malle sur la route royale d'Aix à Marseille; 2° au sud de Marignane et des Pennes; 3° sondages à la limite ouest de la concession de la Fare pour reconnaître le prolongement et l'amélioration des couches de lignites dans la profondeur; 4° travaux dans la haute vallée de l'Arc, près Pourrières; 5° sondages dans la plaine de Tretz, à Peynier, où l'on pourrait atteindre le système exploité à une profondeur d'environ 200 mètres; ce dernier travail serait plus défavorable que tous les précédents.

Pour les mines supérieures au système exploité, travaux de recherehes auprès de Châteauneuf, et surtout au sud du pont de la Fare, vers la plaine de Berre.

Pour les lignites supérieurs au gypse, on ne pourrait les rechercher que sous la mollasse, qui s'élève au bord de la Crau, après avoir côtoyé les rives inférieures du Rhône et de la Durance.

Nous terminerons en faisant observer que si, dans la partie basse de la vallée de l'Arc, la zone des lignites exploités est recouverte dans la plus grande étendue par le terrain tertiaire moyen, par compensation, ce dernier ayant moins d'épaisseur, permettra d'étendre l'exploitation sur les parties mêmes qu'il recouvre.

Le sondage fait par M. Armand à la Fare, en 1830, a démontré que les couches de lignites

les plus minces et les moins exploitables dans le haut de la vallée, prennent dans le bas une puissance qui permettra de les utiliser, dès qu'on les atteindra sur les points où leur qualité sera convenable.

Ainsi, le nombre croissant des mines d'épaisseur exploitables et l'amincissement des dépôts supérieurs, donnent une importance particulière aux explorations à faire au bas de la vallée de l'Arc.

On ne doit pas perdre de vue que des traces bitumineuses presque invisibles dans la montagne Mimet, près Fuveau, sont très-fortement marquées dans le prolongement des mêmes sédiments, qui constituent la hauteur entre Berre et la Fare.

Vallée de l'Huveaune.

Comme celle de l'Arc, la vallée de l'Huveaune est resserrée entre deux chaînes de calcaires jurassiques courant moyennement vers l'est, 11° nord. Elle est ainsi fortement encaissée depuis son origine à Saint-Zacharie jusqu'à son extrémité, à Marseille. A Roquevaire, les deux systèmes de hauteurs jurassiques se joignent et ne sont plus séparés que par un défilé, une *clue*, dans laquelle coule l'Huveaune. Ainsi, à Roquevaire, la vallée de l'Huveaune est nettement séparée en deux bassins tertiaires qui constituent, l'un la vallée supérieure, et l'autre, la vallée inférieure. Il résulte évidemment de l'examen des lieux que ce défilé n'a été ouvert que postérieurement aux terrains tertiaires supérieurs, dont les débris tu-

facés se trouvent çà et là disposés sur les deux flancs.

Ainsi, on ne doit pas s'attendre à trouver dans le haut et le bas de la vallée de l'Huveaune l'unité dans la formation tertiaire, qui caractérise le dépôt de la vallée de l'Arc tout entière.

La largeur la plus grande du bassin de l'Huveaune est à peine de 12 kilomètres, tandis que celle de l'Arc a 20 kilomètres à son plus grand diamètre transversal. La vallée de l'Arc est ainsi généralement plus large que celle de l'Huveaune dans le rapport de 3 à 5.

La chaîne de Sainte-Baume, limite méridionale de la vallée de l'Huveaune, s'élève à 1.100 mètres environ au-dessus de la mer, tandis que le sommet de Sainte-Victoire, qui limite au septentrion la vallée de l'Arc et forme son bord le plus élevé, n'atteint que 800 mètres. Si l'on prend pour signe de la dislocation des couches d'une vallée, la largeur divisée par la hauteur des flancs, on verra donc que la dislocation de la vallée de l'Huveaune est à celle de l'Arc comme 55 : 24. C'est-à-dire, que les couches sont 2 fois 1/4 plus inclinées, plus fracturées et plus tourmentées dans la vallée de l'Huveaune que dans la vallée de l'Arc; d'où résulte de suite cette autre conséquence que les combustibles minéraux de la vallée de l'Huveaune sont beaucoup plus altérés que ceux du bassin de l'Arc.

Quant à leur nature, les terrains secondaires récents et les terrains tertiaires anciens de la partie *haute* de la vallée de l'Arc sont identiques avec ceux de la vallée de l'Arc; on le concevra aisé-

ment, lorsqu'on aura présent à la pensée le *passage* que nous avons signalé aux environs de la Pomme et de Saint-Savournin, passage qui lie les couches tertiaires inférieures de la vallée de l'Arc à celles de l'Huveaune par le vallon du Merlançon.

Mais il n'en est plus de même pour la partie basse de la vallée de l'Huveaune. Elle ne se rattache par aucune liaison aux depôts tertiaires de la vallée de l'Arc, et est même indépendante du système de dépôts de la haute vallée de l'Huveaune.

La craie supérieure et le terrain tertiaire ancien manquent complétement depuis Roquevaire jusqu'au littoral de Marseille : le dépôt tertiaire moyen se superpose immédiatement aux roches secondaires. En conséquence, on doit partager en deux sections distinctes les gisements de combustibles de la vallée de l'Huveaune : ceux de la région supérieure ou de la haute vallée, et ceux de la vallée inférieure.

Haute vallée de l'Huveaune.

Ce qui a été énoncé tantôt sur la continuité du terrain de la vallée de l'Arc et de la vallée de l'Huveaune, vers l'auberge de la *Pomme*, fait pressentir qu'au sud de cette dernière localité, dans la concession de Saint-Savournin et de Bouilladisse, on a les mémes motifs et les mêmes chances de succès que dans les concessions de Gréasque et Belcodène, pour chercher à reconnaître les lignites du jais.

Sur le flanc opposé de la vallée, au sud de Saint-

Zacharie, le long du massif de la Sainte-Baume, à *Pas* de *Peirui* et au *Plan* d'*Aups*, on reconnaît les débris bouleversés du système du jais, débris que l'on poursuit de temps en temps par des travaux de recherches à Gémenos. Mais tous ces affleurements sont irréguliers et n'annoncent que des couches disloquées; ils n'ont point de chances d'exploitation utile; ils servent seulement de preuve à l'existence de ce genre de dépôts et permettent d'espérer qu'on le rencontrerait probablement dans le fond de la vallée, où les couches prennent une allure plus régulière.

Le système des *lignites de Fuveau*, supérieur à celui que nous venons de mentionner, est mis à nu dans les concessions d'Auriol et de Saint-Zacharie, rive droite, et dans les concessions de *Vède*, *Liquettes* et *Bassan*, sur la rive gauche de l'Huveaune. Ces trois derniers gisements sont tellement irréguliers, qu'il a fallu abandonner ces extractions peu de temps après que les concessions ont été créées. Les dislocations se présentaient à chaque pas.

Région inférieure de la vallée de l'Huveaune.

Au-dessous des gorges de calcaire jurassique de Roquevaire, le terrain tertiaire remplit le bassin de l'Huveaune, élargi aux environs d'Aubagne, jusqu'à occuper 10 kilomètres de diamètre. Ensuite le dépôt tertiaire vient s'enfoncer sous les flots de la Méditerranée, en laissant apparaître l'îlot jurassique de Notre-Dame-de-la-Garde qui domine Marseille.

Les couches tertiaires, généralement peu incli-

nées vers la ligne médiane du bassin tertiaire, se relèvent fortement sur plusieurs parties des deux flancs opposés.

C'est ainsi qu'on reconnaît, sur le flanc septentrional, les parties inférieures du système tertiaire moyen au pied de Garlaban et entre les *Camoins* et *Allauch*, tandis que sur le côté méridional du bassin, ces mêmes dépôts inférieurs du système tertiaire moyen ne paraissent qu'à Fenestrelles, auprès d'Aubagne. Partout ailleurs, les couches supérieures masquent le dépôt inférieur.

Le terrain tertiaire moyen de la vallée de l'Huveaune offre à sa base des calcaires bitumineux feuilletés avec rognons et veinules de quartz intercalées. Une couche de lignite assez puissante est encaissée dans ces calcaires bitumineux. A Garlaban, cette couche a été exploitée, et on lui a reconnu une épaisseur de plus de 2 mètres. Le combustible était bien noir, mais friable. Le gisement tourmenté offrait les doubles difficultés d'exploitation irrégulière et d'épuisement difficile. Sans doute, ces obstacles seraient moindres en attaquant le prolongement de la couche vers le fond de la vallée. Mais ici, il faudrait se résigner à une mise de fonds importante, et le système le plus convenable consisterait à chercher à atteindre l'affleurement des couches, à partir des points les plus bas de la vallée où l'on puisse les atteindre. Les travaux préparatoires seraient aussi des travaux d'écoulement.

Nous avons retrouvé à Fenestrelles, sur le côté de la vallée opposé à Garlaban, les indices du même gisement de lignite, mais aucun travail ex-

ploratoire n'a permis de reconnaître en cet endroit la couche de combustible dont les calcaires bitumineux et quelques débris charbonneux font présumer l'existence.

Les calcaires bitumineux sont imprégnés de cyclades et d'autres coquilles d'eau douce.

Au-dessus des calcaires bitumineux inférieurs se présente une longue série de poudingues et de marnes rouges qui ne s'arrêtent que sous les calcaires à paludines et à concrétions *tufeuses*, qui couronnent les hauteurs de la Viste, des Olives et de Saint-Marcel, et forment une série lacustre correspondante aux terrains de mollasse de la vallée de l'Arc et de la Durance.

Dans la partie inférieure du terrain que nous venons de décrire, on trouve un dépôt gypseux qui rappelle complétement la formation des gypses des environs d'Aix, de Manosque et d'Apt, accolée aux lignites tertiaires moyens..

Dans les environs de Marseille, ce dépôt gypseux se montre aux quartiers des Camoins et de la Valentine. Le mélange avec le gypse d'une proportion notable de carbonate de chaux, les calcaires bitumineux qui encaissent le gypse, les veinules de soufre qui s'intercallent dans le dépôt gypseux, la nature des débris de végétaux et d'animaux qui signalent ce sédiment, rapprochent le gypse des Camoins de ceux d'Aix, de Manosque et de Sicile. L'eau qui lessive cette masse de terrains sulfureux jouit des propriétés médicinales que communique le soufre; pour la mettre à profit, on a fondé un établissement de bains où l'eau sulfureuse est chauffée par un appareil dont

les bains d'Uriage à Grenoble, ont offert le premier modèle.

Le groupe de terrains tertiaires que surmonte le gypse ne présente pas comme à Aix, Manosque et Apt, Vénasque et Vaucluse, la grande formation de la mollasse; mais dans le bassin de Marseille, la mollasse est remplacée par des grès, des poudingues, des sables, des calcaires bitumineux et schistoïdes, et des bancs de calcaires épais et concrétionnés qui sont surtout caractérisés par des coquilles lacustres telles que les paludines et des végétaux rapprochés de notre âge, tels que *palmiers*, *chamærops*, etc.

Les marnes du système ont été traversées par des sondages artésiens sur plus de 200 mètres de profondeur, sans atteindre la limite des marnes. Les grès, plus ou moins argileux, qui sont enfermés dans ces marnes, ont offert quelques faibles nappes d'eaux artésiennes. Les grès, les calcaires compactes, concrétionnés et tufacés, comprennent l'extrémité supérieure de cette formation, et couronnent les sommités des plateaux de la Viste et des Olives. On les retrouve en masses tufacées entre Auriol et Roquevaire.

L'époque qui a succédé à la formation de la mollasse marine d'Aix et du dépôt d'eau douce de Marseille a été suivie de catastrophes qui ont entièrement changé l'état des lieux et disloqué les couches. La mer a été repoussée loin de la ville d'Aix, tandis que les eaux marines se sont frayé une large ouverture jusque dans le lac de Marseille. Les bancs de l'étage de mollasse marine d'Aix et ceux de la formation d'eau douce de Marseille ont été simultanément disloqués et portés

quelquefois jusqu'à des inclinaisons voisines de la verticale, comme aux quartiers de *Saint-Pierre* et de la porte *Paradis*, autour de l'enceinte de Marseille.

Les dépôts de combustible se présentent fréquemment dans le sédiment que nous venons de décrire. Les sondages artésiens de Marseille ont traversé à deux reprises des systèmes de lignites terreux et friables, qui avaient de 30 à 50 centimètres de puissance. Dans le bassin de carénage, à l'extrémité du port de Marseille, nous avons reconnu aussi des veines de lignite. Enfin, dans les environs du quartier de la Madelaine, nous avons vu des troncs d'arbres aplatis sortis des fouilles faites pour constructions.

On voit, en outre, vers Séon-Saint-Henri, sur le bord de la mer, des veinules de lignite très-sableux. Mais tous ces combustibles minéraux sont si faibles de puissance dans les grès ou encaissés dans un terrain si ébouleux, dans les argiles marnes, et calcaires argileux, qu'il n'y a pas à espérer qu'on puisse jamais tirer de là aucune ressource importante.

Les derniers terrains diluviens sont représentés par des poudingues à noyaux incohérents, qui se manifestent sur le plateau de la plaine dans la ville de Marseille. À cette période correspondent quelques argiles noirâtres, charbonneuses, mais trop peu riches en matière végétale pour être traitées autrement que comme éléments d'engrais.

En résumé,

Dans la haute vallée de l'Huveaune, les couches de combustible du système du jais devraient être

recherchées dans les concessions de Bouilladisse et d'Auriol. Dans les terrains inférieurs du dépôt tertiaire de Saint-Zacharie, les lignites du jais à Gémenos paraissent devoir se montrer toujours en couches fort irrégulières.

Les lignites du système moyen peuvent être repris avec un système de travaux mieux conçus aux environs de Garlaban, et l'on peut faire quelques recherches au quartier de Fenestrelles, près d'Aubagne.

Deux choses paraissent surtout frappantes dans l'exposition rapide que nous venons de faire des circonstances de gisement des lignites tertiaires des Bouches-du-Rhône. D'abord, la puissance et la régularité de composition que présente la portion inférieure de ces formations; puis l'importance et la bonne qualité des mines de charbon qu'elle recèle. Un fait surtout excite à un haut degré la surprise de l'observateur qui parcourt ces localités, c'est l'exiguïté des affleurements des mines de charbon et quelquefois leur disparition à peu près complète. Il n'entre pas dans le plan de cette notice de faire ressortir la liaison, peut-être nécessaire, qui existe ici entre la compacité et la conservation de ces combustibles et la pression énergique qu'ils ont subie au fond des lacs, où ils se précipitaient; mais nous aimons à insister sur cette circonstance dominante, que si l'énorme consommation de Marseille n'avait pas excité vivement l'activité des mineurs, jamais on n'aurait soupçonné la valeur industrielle de ce dépôt. N'est-on pas tenté de croire ainsi que nombre de gisements importants passent inaperçus, par cela seul qu'il n'existe pas auprès une suffisante consommation? Cette pensée

console bien ceux qui pensent avec souci aux progrès effrayants de nos besoins en combustible. Aurait-on songé, lorsque, vers 1760, on faisait les premiers essais de l'application de ces lignites aux foyers des fabriques de savon de Marseille, que bientôt ces lignites pourraient remplacer complétement le bois dont on achevait de dépouiller nos collines? Vers 1810 et 1812, l'extraction atteignit 200.000 quintaux métriques; en 1827, elle arriva à 500.000 quintaux métriques. Depuis cette époque, elle a flotté entre 400.000 et 600.000 quintaux métriq. Des fours à chaux, uniquement alimentés par les mauvais lignites, se multiplient et tendront à accroître cette consommation. Mais c'est surtout dans les verreries que le lignite devrait être appliqué en remplacement de ces masses de pins qu'elles absorbent encore.

MM. Armand ont fait essayer, avec un plein succès, leur lignite du grand puits de Fuveau sur les bateaux à vapeur. L'avantage de produire une flamme plus allongée, moins destructrice des grilles, et de développer encore les quatre cinquièmes du calorique engendré par la bonne houille anglaise commence à être apprécié. Dans les expériences faites en 1832, à l'arsenal de Toulon, par M. *Mimerel* et par nous, l'effet utile du *lignite* de Fuveau a atteint 5,20, tandis que la bonne houille du Vigan ne produisait que 5,27. Ainsi, le meilleur lignite tertiaire de Fuveau a une valeur industrielle à peu près égale à celle de la houille ordinaire. L'étendue de ce gisement et son avenir n'ont pas moins d'importance que la qualité de lignite. A peine la partie supé-

rieure des couches a-t-elle été attaquée. La plus profonde des exploitations, celle du grand puits de Faveau, n'a atteint que 130 mètres; partout ailleurs, les puits d'extraction sont au-dessous de 100 mètres de profondeur verticale. Il y a donc là un dépôt à peine effleuré, et son étendue est telle, que si les prévisions de la science sont confirmées, on pourrait, en doublant l'extraction actuelle, la prolonger pendant 3,750 ans.

Ainsi, le dépôt tertiaire de la vallée de l'Arc offre un amas de matières bitumineuses comparable aux masses charbonneuses, que l'on croyait exclusivement appartenir aux bassins houillers.

Peut-être qu'averti par cet exemple remarquable, on prêtera à l'avenir plus d'attention aux gisements analogues que paraît offrir le midi de l'Europe, et peut-être même l'Afrique.

Sous le rapport scientifique, les faits nouveaux que présentent les combustibles des Bouches-du-Rhône sont d'une assez grande portée.

On y voit, dans le système des lignites du jais, un dépôt bitumineux qui semble lier la craie et le terrain tertiaire, soit par le mélange des fossiles, soit par le passage des couches.

On est amené à voir dans le terrain à lignite de Fuveau le représentant de l'argile plastique de Paris, tandis que le terrain *tertiaire moyen* serait représenté par les terrains à gypse et lignite d'Aix, de Manosque et de Marseille, évidemment superposés au système de Fuveau.

La puissance et les caractères minéralogiques de ces sédiments tertiaires démontrent que la profondeur des bassins a grandement influé sur la texture et les caractères extérieurs des dépôts;

enfin, pour les *régions* méridionales, l'énergie de la force végétale, qui a fait naître les combustibles, paraît avoir conservé toute son intensité ancienne dans les derniers temps géologiques.

SUR LES DENSITÉS

De plusieurs métaux, et plus particulièrement du cuivre;

Par M. Ant. Gardeur LEBRUN, chef des travaux et des études à l'École royale d'arts et métiers de Châlons, ex-directeur d'usines métallurgiques, ancien élève de l'École polytechnique.

Pendant un long séjour aux fonderies de Romilly, j'ai souvent entendu exprimer cette idée, que tout laminage resserrait de plus en plus le grain du cuivre en allongeant ce métal, et que, par suite, à une moindre épaisseur devait répondre une finesse de grain et une densité plus grande. J'eus dès lors le désir de vérifier cette opinion, mais diverses circonstances, et principalement le manque d'instruments suffisamment exacts, me firent ajourner mes expériences, que je pus enfin mettre à exécution pendant un voyage à Bordeaux, grâce à l'obligeance de M. Vigne, directeur de la monnaie de cette ville, qui voulut bien mettre à ma disposition sa balance hydrostatique et m'aider de son utile coopération.

Je n'entrerai pas dans le détail des moyens employés et des précautions nécessaires pour obtenir les densités; tout le monde un peu versé dans l'étude des sciences les connaît. Je dirai seulement que les pesées ont été faites jusqu'à deux ou trois fois dans l'air et dans l'eau, lorsque les résultats nous ont présenté quelque chose de singulier ou de douteux; et que, pour être bien dans les mêmes conditions que Brisson, l'on a mis le plus grand soin à maintenir constamment à la température de

18° centigrades, l'eau qui a servi dans ces opérations.

Mon intention, en m'occupant sérieusement de ce travail, n'était pas seulement de rechercher la différence de pesanteur du cuivre sous diverses épaisseurs; j'ai tâché d'en tirer aussi quelques notions utiles au fabricant de cuivre.

Ayant pris quatre qualités différentes de cuivre rouge, cuivre pur, j'ai fait réduire chacune d'elles à 0m,01350 d'épaisseur (6 lignes), puis à 0m,01125 (5 lignes), à 0m,00900 (4 lignes), et ainsi de suite jusqu'à 0m,00225 (1 ligne), de telle sorte que le cuivre fût presque froid quand le laminage à chaque épaisseur était terminé. Après cette opération, chaque morceau a été coupé sans refoulement, avec la scie, à des longueur et largeur fixes.

Un échantillon de chaque espèce de cuivre, dans chaque épaisseur, était conservé avec tout son écrouissage. Un autre échantillon était décapé par les moyens ordinaires de la chaleur et de l'immersion dans l'eau froide, ce qui lui rendait toute sa mollesse, toute sa malléabilité, et, suivant l'opinion généralement admise, devait *relâcher ses pores et le rendre plus léger*.

Voici les résultats, le poids de l'eau distillée étant pris pour unité :

Épaisseurs.	Plaques à plaquer.		Cuivre d'Espagne.		Russie (de particuliers).		Russie (de la couronne).	
	Ecroui.	Décapé.	Ecroui.	Décapé.	Ecroui.	Décapé.	Ecroui.	Décapé.
m/m								
2 ¾	8,892	8,941	8,821	8,794	8,845	8,890	8,864	8,870
4 ½	8,919	8,930	8,815	8,806	8,806	8,853	8,890	8,865
6 ¼	8,921	8,936	8,806	8,829	8,842	8,847	8,882	8,884
9	8,921	8,941	8,831	8,821	8,843	8,857	8,862	8,875
11 ¼	8,917	8,919	8,824	8,834	8,836	8,862	8,879	8,881
13 ½	8,941	8,936	8,843	8,886	8,848	8,845	8,874	8,876
Poids moyen.	8,920	8,933	8,822	8,830	8,836	8,862	8,875	8,875

Nota. L'unité étant le décimètre cube, ces nombres représentent le poids de décimètres cubes ou de 1 mètre carré sur un millimètre d'épaisseur de cuivre.

On en déduira les trois tableaux suivants.

A. Pour comparer les poids spécifiques aux épaisseurs.

Épaisseur du cuivre écroui.	m/m 2 ¾	m/m 4 ½	m/m 6 ¼	m/m 9	m/m 11 ¼	m/m 13 ½
Plaques à plaquer. . .	8,892	8,919	8,931	8,921	8,917	8,941
Espagne.	8,821	8,815	8,806	8,831	8,824	8,838
Russie (de particuliers).	8,845	8,806	8,842	8,843	8,836	8,848
Russie (de la couronne).	8,864	8,890	8,882	8,862	8,879	8,874
Moyennes.	8,855	8,857	8,865	8,864	8,864	8,875

A.

Épaisseur du cuivre décapé.	m/m 2 $\frac{1}{4}$	m/m 4 $\frac{1}{2}$	m/m 6 $\frac{1}{4}$	m/m 9	m/m 11 $\frac{1}{4}$	m/m 13 $\frac{1}{2}$
Plaques à plaquer. . .	8,941	8,930	8,936	8,941	8,991	8,936
Espagne.	8,794	8,806	8,829	8,821	8,834	8,836
Russie (de particuliers).	8,890	8,858	8,848	8,857	8,862	8,845
Russie (de la couronne).	8,870	8,865	8,884	8,875	8,881	8,876
Moyennes.	8,874	8,863	8,874	8,873	8,874	8,873

A.

Moyennes générales par épaisseur.	m/m 2 $\frac{1}{4}$	m/m 4 $\frac{1}{2}$	m/m 6 $\frac{1}{4}$	m/m 9	m/m 11 $\frac{1}{4}$	m/m 13 $\frac{1}{2}$
	8,864	8,860	8,865	8,864	8,864	8,875

B. Pour comparer les cuivres écrouis aux cuivres décapés.

Désignation des cuivres.	Écrouis.	Décapés.
Plaques à plaquer.	8,920	8,933
Espagne.	8,822	8,820
Russie (de particuliers). . .	8,826	8,862
Russie (de la couronne). . .	8,875	8,875
Moyennes.	8,863	8,872

C. Pour comparer les différentes qualités de cuivre.

Etat du cuivre.	Plaques à plaquer.	Espagne.	Russie. De particuliers	Russie. De la couronne.
Ecroui.	8,920	8,822	8,836	8,875
Décapé.	8,933	8,820	8,862	8,875
Moyennes.	8,926	8,821	8,849	8,875

On voit (A) que plus ou moins de laminage ne rend pas le cuivre plus serré, et que le poids spécifique (la densité) reste le même, quel que soit le degré du laminage.

On voit encore (B) que l'écrouissage *n'a pas serré le grain du cuivre*, et qu'au contraire le décapage qui lui a redonné de la mollesse a plutôt augmenté que diminué sa densité.

Enfin, une longue expérience a prouvé que ces cuivres, soumis à un violent martelage mécanique, leur ténacité était dans l'ordre suivant :

1° Cuivre d'Espagne ;
2° Russie (de particuliers) ;
3° Russie (de la couronne) ;
4° Plaques à plaquer.

On pourrait conclure (C) que plus les cuivres sont à gros grain (dans leur état de malléabilité), plus ils sont propres au martelage, ou, pour m'expliquer plus nettement, qu'une nature de cuivre sera d'autant plus propre au martelage que, dans son état de malléabilité, elle aura moins de densité.

J'ajouterai qu'ayant pris un morceau de cuivre

de Russie (de la couronne) décapé, de $6^{m}/^{m} \frac{1}{4}$ d'épaisseur, et l'ayant fortement écroui à froid par les coups répétés d'un marteau légèrement bombé, jusqu'à ce que son épaisseur fût réduite de moitié, le poids spécifique était :

Avant l'écrouissage.	8,884
Après l'écrouissage.	8,836
Après un simple recuit. . . .	8,855

L'écrouissage, au marteau comme au laminoir, n'a donc fait que durcir le métal, commencé en quelque sorte à rompre sa texture, sans la comprimer. Le recuit, au contraire, a fait resserrer le grain du cuivre, mais pas autant cependant que le décapage par la chaleur suivie de l'immersion subite dans l'eau froide.

On observera que l'augmentation de poids spécifique par un simple recuit est bien positive; car, après le recuit, les surfaces étaient légèrement oxydées, et par conséquent plus légères que le métal lui-même; ce qui aurait plutôt diminué qu'augmenté le poids spécifique.

Cuivre rouge fondu.

Pour terminer ce qui est relatif au cuivre, nous avons examiné le cuivre rouge fondu, dont la pesanteur spécifique, portée par Brisson à 7,788, est généralement regardée comme erronée. Nous avons trouvé pour un petit culot de cuivre, quoiqu'il fût plein de petites soufflures, 8,5853.

Ayant fondu du cuivre que nous avons laissé refroidir lentement dans du poussier de charbon et du flux, nous avons trouvé successivement, pour deux morceaux différents, 8,7184 et 8,7220.

Comme ces deux morceaux étaient légèrement

poreux, je regarde comme plus exact le poids de 8,788 indiqué dans l'Annuaire du bureau des longitudes, quoique ce poids doive varier suivant la nature et l'origine du cuivre (C).

Acier fondu.

Les résultats obtenus sur l'influence des décapage, écrouissage et recuit du cuivre nous ont conduit à rechercher ce qui a lieu pour l'acier fondu, dont la trempe jouit à un degré très-élevé de la propriété de diminuer le poids spécifique, en maintenant l'acier dans l'état de dilatation où l'avait mis le recuit.

Nous avons pris un bout d'acier fondu, bien cassé et limé à sa cassure de telle sorte que tout refoulement eût disparu; nous avons trouvé, savoir :

Acier fondu, barre du commerce.	7,8252
La même barre trempée.	7,7832
La même barre recuite et refroidie lentement. .	7,8384
La même barre forgée d'abord à chaud, puis écrouie au marteau à main presque froide. .	7,8052

D'où il résulte que

L'acier fondu, trempé, le plus dur possible, est le plus léger.	7,7832
L'acier écroui presqu'à froid, le plus dur ensuite, est aussi le plus léger après l'acier trempé. .	7,8052
L'acier en barre sortant de fabrique, moins dur, est moins léger.	7,8252
L'acier recuit et plus mou est plus lourd encore.	7,8384

Ainsi, on peut conclure que plus le métal est à l'état de dureté, plus il est léger; plus il est mou, plus il est pesant.

Argent.

Nous n'avons pas trouvé les mêmes résultats pour l'argent.

Argent fin, fondu en un culot.	10,3731
Id. écroui très-mince au marteau à 1 mill.	10,5303
Ce morceau n'a pas été recuit.	
Argent fondu, allié à 1/9 de son poids de cuivre.	10,1025
Id. laminé à froid, *id.*	10,2530
Le même, recuit et légèrement oxydé à sa surface.	10,1902
Le même, recuit et trempé.	10,1590
Un flan de pièce de 5 francs, recuit et décapé.	10,2551
Le même flan, frappé au balancier.	10,2551

L'argent fondu, pur ou allié à son neuvième de cuivre, est donc plus léger que l'argent laminé.

Le recuit a diminué la pesanteur spécifique et la trempe l'a encore diminué davantage.

Enfin, le balancier, en frappant la pièce, n'a fait que déplacer les molécules, en durcissant la matière, sans en resserrer le grain.

Enfin, nous citerons quelques expériences sur le zinc, l'étain et le plomb.

Zinc.

Zinc fondu (provenant de fonte de rognures). .	7,1722
Zinc laminé, un peu oxydé à la surface. . . .	7,0491

Ces deux expériences sont peu concluantes, vu l'état d'impureté dans lequel se trouvait le métal, je les cite seulement pour mémoire.

Étain.

Étain fondu.	7,3008
Id., autre morceau.	7,2851
Le premier morceau écroui de moitié de son épaisseur.	7,3008

L'écrouissage n'aurait en rien altéré le grain de l'étain, qui, du reste, conservait après le travail toute sa malléabilité.

Plomb.

Plomb fondu.	11,3419
Le même, battu au marteau.	11,2956
Rognure de feuille de plomb laminé.	11,3159

Il y a ici une légère différence entre le plomb fondu et le plomb travaillé; mais, d'une part, la rognure n'était peut-être pas de même nature que l'autre morceau, et, quant à celui-ci, outre qu'il présente peu de différence dans ses deux états, je ne pense pas qu'un seul essai puisse infirmer le principe généralement admis que le travail ne fait qu'en déplacer les molécules sans aucune altération.

On pourrait conclure de tout ce qui précède que:

1° Dans les divers cuivres, ceux dont les poids spécifiques sont les moindres, sont les plus malléables. Leur finesse n'est qu'apparente.

2° Dès qu'un métal a été pénétré par le laminage, en terme de métier, lorsqu'il *a porté* dans toute son épaisseur, son poids spécifique de métal fondu cesse pour faire place à celui de métal laminé, qui reste ensuite le même, quelle que soit son épaisseur, ou, si je puis m'exprimer ainsi plus exactement, quelle que soit sa *minceur*.

3° L'écrouissage des métaux, à moins d'un cer-

tain degré de compression en tous sens, ne fait que changer de position les molécules et durcir leur ensemble sans resserrer réellement le grain du métal. La chaleur dégagée dans cette opération ne serait due qu'au frottement des molécules glissant les unes contre les autres dans leur changement de place.

NOUVELLE ANALYSE

De l'hyperstène;

Par M. A. DAMOUR.

L'échantillon d'hyperstène sur lequel j'ai fait une analyse appartient à la collection de l'École des mines; il y est désigné comme venant du Labrador.

Il forme une masse lamellaire, clivable dans une seule direction. Sa couleur est noire, avec un reflet bronzé très-éclatant. Sa poussière est grise.

Il se brise facilement et se divise en petites lames et en aiguilles très-minces.

J'ai trouvé sa densité égale à 3,392.

Il raye faiblement le verre.

Il attire légèrement le barreau aimanté.

Une lame mince de ce minéral étant chauffée à la flamme du chalumeau, se fond en émail noir.

Dans le tube, il ne dégage pas d'eau. 1gr.,0120 chauffés au rouge vif dans un creuset de platine n'ont perdu que 0gr.,0014.

Fondu avec le carbonate de potasse et un peu de nitre, sur une lame de platine, il donne une matière colorée en vert, indiquant la présence du manganèse.

L'acide hydrochlorique l'attaque, mais difficilement.

Pour en faire l'analyse, j'ai fondu le minéral réduit en poudre fine, avec du carbonate de potasse. La masse fondue a été dissoute dans l'acide hydrochlorique, et la silice séparée suivant la méthode ordinaire. La dissolution séparée de la

silice et rendue acide a été saturée peu à peu avec de l'ammoniaque, puis avec de l'hydrosulfate d'ammoniaque. Il s'est précipité des sulfures de fer et de manganèse que j'ai recueillis sur un filtre.

La liqueur séparée des sulfures a été chauffée pour détruire l'hydrosulfate qu'elle contenait, puis filtrée; en y versant de l'oxalate d'ammoniaque, la chaux s'est précipitée. L'oxalate calcique a été transformé en carbonate, par l'action de la chaleur, puis en sulfate calcique par l'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique.

A la liqueur séparée de l'oxalate calcique, j'ai ajouté du phosphate de soude et d'ammoniaque; il s'est précipité une grande quantité de phosphate magnésique d'après le poids duquel j'ai calculé la proportion de la magnésie.

Les sulfures de fer et de manganèse ont été dissous dans l'eau régale. La liqueur acide a été évaporée presqu'à siccité. Reprise par l'eau et saturée peu à peu avec du carbonate de potasse, elle a laissé précipiter de l'oxyde ferrique; en faisant bouillir cette liqueur, l'oxyde ferrique s'est déposé plus complétement. Le poids de cet oxyde a servi à calculer la proportion de l'oxyde ferreux contenu dans le minéral.

La liqueur séparée de l'oxyde ferrique a été sursaturée avec du carbonate de potasse, et évaporée à siccité. Reprise par l'eau bouillante et filtrée, elle a laissé de l'oxyde de manganèse contenant quelques traces d'alumine.

L'analyse faite sur 0gr.,6795 a donné :

	gr.
Silice.	0,3490
Oxyde ferreux. . .	0,1445
Magnésie.	0,1448
Chaux.	0,0210
Oxyde manganeux.	0,0900
Alumine.	0,0025
	0,6708

ou, en 10,000^{es}:

		Oxygène.		
Silice.	0,5136		0,2668	2
Oxyde ferreux. . .	0,2127	0,0484		
Magnésie.	0,2131	0,0824	0,1424	1
Chaux.	0,0309	0,0087		
Oxyde manganeux.	0,0132	0,0029		
Alumine.	0,0037			
	0,9872			

L'oxygène des bases réunies est à l'oxygène de la silice à peu près comme 1 : 2 ; il manque ici un peu de silice pour que ce rapport paraisse plus exact; mais je dois faire remarquer que la propriété magnétique manifestée par l'échantillon soumis à l'analyse, propriété qui ne s'observe pas ordinairement sur l'hyperstène, permet de supposer, en cette circonstance, la présence d'un peu de fer oxydulé mélangé accidentellement.

En tenant compte de ce mélange et de la faible perte qui porte probablement sur le dosage de la silice, on admettra facilement que l'analyse qui précède peut se traduire par la formule :

$$(\dot{F}a, \dot{M}g, \dot{C}a, \dot{M}n)^3 \dddot{S}i^2;$$

ou bien par la formule générale : $\dot{r}^3 \dddot{S}i^2$, qui s'applique au pyroxène aussi bien qu'au diallage, ainsi qu'il résulte des analyses de MM. Berzélius, Rose, Köchler, Thompson et Regnault.

La composition de l'hyperstène avait déjà été étudiée par MM. Klaproth, Muir et Thompson; les différentes analyses me paraissent s'accorder suffisamment pour qu'on puisse considérer cette substance comme une simple variété de diallage dont elle se rapprochait déjà par ses caractères physiques.

ANALYSE

du fer météorique de Grasse ;

Par M. le duc DE LUYNES.

Tous les chimistes, entre autres Klaproth et Proust, ont regardé jusqu'à présent le nickel comme signe caractéristique des fers météoriques, quoique, en général, ils ne l'aient fait entrer dans leur composition que pour une très-faible portion ; mais depuis on a reconnu que dans les analyses de Klaproth une partie du nickel lui avait échappé en raison des procédés qu'il avait suivis.

De toutes les analyses publiées jusqu'à ce jour, celles qui en ont donné le plus sont les suivantes :

Le fer d'Elbogen, par John, 8,75.

— de Hraschina, par Wehrle, 8,88 ; par Holger, 11,84.

Le fer de la Louisiane, par Shepard, 9,67.

— de Potosi, par Morren, 9,75.

— de Sibérie, dernière analyse de Berzélius, 10,73.

Le fer du Cap, d'après Tennant, 10,00 ; par Wehrle, 12,27.

Enfin, une seule, celle du fer de Clairborne, Amérique du Nord, par Jackson, 24,70.

L'analyse du fer de Lénarto et quelques autres, que nous avons faites et que nous nous proposons de reprendre, nous portent à croire que le nickel entre dans la composition des fers météoriques pour une plus forte proportion qu'on ne l'a con-

staté jusqu'à présent. C'est encore ce que semblent prouver les résultats suivants obtenus avec le fer de Grasse, dont nous ne connaissons aucune analyse, et dont M. Cordier, par l'entremise de M. Brongniart, a bien voulu mettre à notre disposition quelques fragments.

Le métal a été dissous dans l'eau régale, amené à l'état de peroxyde et calciné.

On a pris 0g,4 de ce dernier, et on l'a redissous par l'acide nitrique, précipité par l'ammoniaque et filtré; la liqueur, sensiblement bleue et passant en se concentrant au vert pomme, a été évaporée, puis desséchée dans un creuset en platine.

L'opération a été recommencée neuf fois, la liqueur ammoniacale ayant donné, jusqu'à la huitième, du nickel.

Le précipité a été redissous, évaporé et desséché de même.

	g.		g.
Le peroxyde de fer s'est trouvé peser.	0,3375	= fer. . .	0,23403
Le protoxyde de nickel. .	0,0625	= nickel.	0,04920
	0,4000		0,28323

Le protoxyde de nickel, traité au chalumeau avec le borax, n'a donné que du nickel métallique; par l'addition du nitrate de potasse, le verre a été très-légèrement coloré en violet sans aucune autre réaction.

Le peroxyde de fer n'a donné avec le borax que la réaction du fer, mais le nitrate de potasse a fait paraître, comme pour le nickel, une faible teinte violette.

Stromeyer, reprenant les analyses des fers météoriques qui avaient été faites avant lui, a trouvé 1 ou 2 p. 100 de cuivre dans ceux d'Agram, de Lénarto, d'Elbogen, de Bitburg, de Gotha, de Sibérie,

de la Louisiane, du Brésil, de Buénos-Ayres et du Cap; Berzélius en a reconnu également la présence dans le fer de Sibérie, ainsi que Wehrle dans le fer de Lénarto. Pour le trouver, nous avons dissous une partie du métal dans l'eau régale; la liqueur a été étendue; on y a fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, on l'a filtrée; le précipité, qui était brun-marron, a été recueilli, traité au chalumeau avec le borax; il a donné du cuivre métallique, mais en quantité impondérable.

Brard, en parlant de ce fer, a dit qu'il contetenait du chrôme; on a dû aussi le chercher, et pour cela, on en a peroxydé une autre partie, que l'on a traitée par le nitrate de potasse, dans un creuset d'or; on a dissous dans l'eau, filtré, ajouté à la liqueur de l'hydrosulfate d'ammoniaque et laissé macérer pendant 12 heures; il a été impossible de trouver aucune trace de chrôme; la liqueur ayant été filtrée, et le filtre brûlé dans la cuillère en platine, le résidu a été traité au chalumeau avec le borax; le verre a donné une teinte jaune verdâtre à chaud et incolore à froid, et un peu de nickel métallique; il a été légèrement coloré en violet par le nitrate de potasse.

Le soufre, dont la présence a été signalée dans quelques fers météoriques, n'a pas non plus été reconnu dans celui-ci; on a dissous à froid une certaine quantité du fer même dans l'acide nitrique concentré, en l'y laissant digérer pendant trois jours; on a étendu cette solution, et on y a versé du nitrate de baryte; la liqueur est restée parfaitement limpide.

Nous n'y avons pas trouvé de cobalt, de silice, etc.

Ainsi, le fer météorique de Grasse serait composé en 100 p. de :

Fer.	87,63
Nickel.	17,37
Manganèse, cuivre. . . .	traces.
	100,00

MÉMOIRE

Sur la fabrication du zinc en Belgique.

Par M. PIOT, aspirant-ingénieur des mines;
Et M. MURAILHE, ancien élève de l'École des mines.

I. GISEMENT ET EXPLOITATION DE LA CALAMINE ET DE L'ARGILE RÉFRACTAIRE DANS LA PROVINCE DE LIÉGE.

§ 1. *Gisement.*

Le sol de la province de Liége est formé en grande partie par les terrains qui se rapportent au système anthracifère. Ce dernier a été divisé par M. Dumont en quatre étages principaux, savoir :

1. Système quartzo-schisteux inférieur, composé de schiste, psammite, grès et poudingue;
2. Système calcareux inférieur, composé de calcaire et dolomie;
3. Système quartzo-schisteux supérieur, composé de schiste et psammite;
4. Système calcareux supérieur, composé de calcaire et dolomie.

Au milieu des couches qui font partie intégrante de ces systèmes, on trouve : 1° des filons calcaires, quartzeux, argileux, plombifères ou ferrugineux; 2° des amas beaucoup plus nombreux, et parmi lesquels on peut distinguer principalement les amas quartzeux, les amas ferrugineux, les amas zincifères et les amas argileux.

Ces divers amas ne sont pas répandus indifféremment dans toutes les couches de la formation; ils abondent au milieu des deux systèmes calca-

reux, et surtout à la limite qui les sépare des systèmes quartzo-schisteux.

Amas ferrugineux.

Les matières métalliques les plus abondantes sont les minerais de fer. Ce sont des hématites brunes, quelquefois zincifères, notamment à Angleur, où elles renferment de 12 à 17 p. 100 d'oxyde de zinc. Ils forment au milieu du calcaire ou de la dolomie des amas en forme de fond de bateau, qui ont jusqu'à 1.250 mètres de long sur 125 de large, et sur une profondeur inconnue. A la limite des formations calcaires et schisteuses, ils sont disposés en série de petits amas séparés par une argile jaune et ferrugineuse, quelquefois plastique et surmontée par des sables blancs, jaunes et rougeâtres. Au milieu de ces derniers, on trouve des blocs quartzeux appelés *clavias*, et qui sont du jaspe, du silex ou de l'agathe grossière.

Les amas ferrugineux ont quelquefois des caractères tranchés de filons; ils coupent les bancs calcaires dans toutes les directions, et sont associés à de la galène, de la calamine, de l'allophane. de l'halloysite, du sulfate de baryte, etc.

Amas zincifères.

La calamine est, après le minerai de fer, la substance métallique la plus abondamment répandue dans la province de Liége. Elle est en amas ou en filons, toujours dans le calcaire et la dolomie, jamais dans les psammites ni les schistes. Les gîtes les plus intéressants sont ceux de la Vieille-Montagne, de la Nouvelle-Montagne, de Corfali, près de Huy, d'Engis et de Membach. Je les décrirai successivement avec quelques détails.

Vieille-Montagne.

La Vieille-Montagne, appelée aussi *Alteberg* et *Calamine*, est à 2 lieues au S.-O d'Aix-la-Cha-

pelle, sur la route qui va de Liége à cette première ville, et près du village de Moresnet (voir la carte *fig.* 1, *Pl. III* à *VIII*). L'amas zincifère est dans le système calcareux supérieur. Les couches schisteuses et arénacées, situées au-dessous, forment une première bande, au sud de laquelle en vient une seconde de 200 à 300 mètres de large, composée de deux lits de dolomie séparés par un lit calcaire. Au-dessus est une troisième bande large de 100 mètres et composée de psammite. C'est entre ces deux dernières que se trouve la calamine; elle remplit une dépression dans la dolomie, et se trouve ainsi contenue dans un bassin dirigé du N.-E. au S.-O. L'amas a la forme d'une vaste lentille inclinée du S. au N., de 450 mètres de long sur 180 mètres à 208 mètres de large, et sur une profondeur qui ne paraît pas avoir jamais dépassé 60 mètres. Il est recouvert par des terrains récents qui semblent se rapporter à la formation crétacée inférieure. Son enveloppe immédiate est une couche d'argile jaunâtre, très-micacée, renfermée elle-même par une argile plus rouge qu'on appelle bol calaminaire; ces deux couches ont ensemble une puissance d'environ 0,33. Le tout est environné d'une argile noire, remplie de petits cristaux de pyrites, et qui paraît être le prolongement des schistes anthracifères. La calamine est partagée en deux parties inégales par une roche dolomitique; celle-ci est quelquefois dure, à structure lamellaire, mais plus ordinairement friable; quant à la portion productive du gîte, on peut la regarder comme formée de plusieurs petits amas disposés irrégulièrement et séparés par des argiles de diverses couleurs. chacun des amas partiels étant lui-même un mélange confus d'ar-

gile et de minerai. Ce dernier est un carbonate de zinc accompagné de silicate; nous en donnons plus loin la composition : il renferme des géodes, où l'on trouve du zinc carbonaté et du zinc silicaté cristallisés, de la willémite ou silicate anhydre, de l'hopéite ou oxyde de zinc hydraté, du plomb phosphaté et de la chaux carbonatée ferrifère.

Les fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, de la planche III, qui sont un plan, une coupe longitudinale et cinq coupes transversales du gîte de la Vieille-Montagne, dans l'état où il se trouve aujourd'hui (1), peuvent donner une idée de sa disposition.

Dans les environs de la Vieille-Montagne se trouvent plusieurs gîtes de calamine exploités, comme nous verrons plus loin, à diverses époques; ils sont situés aux lieux appelés Hergenraed, la Maison-Rouge, Mirols, Loutzen, Rabotraedt, Grunstrasse et Welkenraedt (voir la carte n° 1).

Les points les plus importants par leur position, leur valeur et leur richesse sont Mirols, Rabotraedt et Welkenraedt. Le premier est coupé en son milieu par la nouvelle route de Verviers à Aix, et n'est qu'à deux lieues de la Vieille-Montagne. Rabotraedt est situé dans le voisinage de cette même route, et Welkenraedt n'est qu'à 1 kilomètre de la route d'Eupen.

Ces différents gîtes sont moins bien connus que celui de la Vieille-Montagne; la calamine y est généralement associée à la galène et à d'autres minerais métalliques. La coupe suivante d'un puits de recherche ouvert, en 1840, à Welkenraedt, peut donner une idée de la composition du gîte dans cette localité.

---

(1) A la fin de 1841.

On a rencontré, en partant de la surface :

Argile ordinaire.	3,60
Sable blanc grisâtre, jaune en quelques points. .	1,58
Argile ordinaire très-sableuse.	0,60
Sable blanc grisâtre, très-fin.	3,40
Argile sableuse d'un brun jaunâtre.	1,04
Argile rouge mélangée dans la partie inférieure d'argile jaunâtre calaminaire.	1,34
Roche tendre très-fissurée, colorée en jaune et en rouge par de l'oxyde de fer, analogue à la calamine de Silésie, imprégnée de carbonate de plomb et contenant quelques traces de galène.	4,04
Amas d'argile noire très-pyriteuse et renfermant des fragments de galène, dont quelques-uns sont gros comme le poing.	0,50
Mélange complexe d'argile noire et bleue plombifère, avec du sable et des fragments de la roche supérieure.	2,95
Argile noire, contenant de la pyrite et de la galène à grains fins, avec du sable et du grès désagrégé.	5,25
Même terrain renfermant de la galène unie à la pyrite et à la blende, en petites masses irrégulières.	7,20
Argile jaunâtre, suivie d'une roche ferrugineuse dont quelques fragments sont une véritable hématite brune.	3,34
Calcaire bleu contenant beaucoup d'eau, et d'une épaisseur inconnue.	

Nouvelle-Montagne.

La Nouvelle-Montagne est située à Verviers, dans la province de Liége. Le minerai forme un amas incliné à 40° N.-O; sa direction est E. 30° S. Il est complétement enveloppé dans le calcaire anthracifère, et renferme un immense noyau de dolomie. Trois sections transversales donnent pour l'amas une forme commune assez analogue à celle d'une poire. La section longitudinale, qu'on ne peut compléter parce qu'on ne connaît pas la partie inférieure, paraît conduire au même ré-

sultat (*fig.* 9, 10, 11, 12). La partie supérieure, qui est sensiblement horizontale et inclinée en sens contraire du reste de l'amas, consiste en oxyde de fer qu'on exploite pour les besoins des hauts-fourneaux; cette partie occupe une dépression dans le schiste anthracifère; il y a ensuite, au milieu du calcaire, passage insensible à la calamine jusqu'au noyau dolomitique; la partie supérieure de cette roche calaminaire consistait principalement en galène; il en est de même de toute la portion de l'amas située verticalement au-dessus de la dolomie, et tandis qu'au toit de celle-ci le gîte renferme de la calamine et de l'oxyde de fer, au mur, il se compose de calamine, de galène et de blende.

Corfali. Le gîte de Corfali est situé sur les bords de la Meuse et sur la route de Huy à Liége, à 6 kilomètres environ de la première ville. La calamine se trouve intercalée entre le calcaire supérieur et le terrain houiller. Elle forme un amas aplati dont la puissance varie de 1 à 7 mètres; cet amas est presque vertical; il paraît avoir rempli un espace ayant grossièrement la forme d'un prisme triangulaire dont la grande base serait au jour, et qui aurait été produit par l'écartement de deux couches stratifiées. Le bouleversement est tel, que l'amas dont l'inclinaison est vers le S.-E., a pour mur la couche de grès et d'ampelite alumineux qui appartiennent au terrain houiller, et pour toit le calcaire anthracifère (voir les coupes *fig.* 13 et 14). Une coupe horizontale donne pour l'amas une forme lenticulaire. En résumé, c'est un véritable stockwerk de grande dimension, dont les différentes parties sont réunies par de petits filons de blende. Une section horizontale dans le gîte

donne une alternance compliquée de galène, de blende, de calamine, de calcaire et de dolomie. La section verticale donne en masse la galène au point le plus bas, puis la blende, la calamine, le minerai de fer et les argiles.

Partout où la blende et la galène sont superposées à la calamine, les deux premières substances semblent s'infiltrer à travers la dernière et avoir une tendance à descendre au-dessous. Toutefois, la calamine est rarement mêlée à la blende, mais celle-ci accompagne presque toujours la galène, cette dernière est à grandes ou petites lamelles, ou bacillaire. Le gîte renferme en outre des pyrites de fer concrétionnées assez abondantes.

Autres gîtes de calamine.

La calamine d'Engis, d'Ampsin, de Theux et de plusieurs autres localités est dans la même position que celle de Corfali; tous ces amas semblent placés à la suite les uns des autres.

A Membach, entre Eupen et Limbourg, le minerai est composé de zinc carbonaté et silicaté; il est enclavé dans de la dolomie zincifère, et est mélangé avec du plomb sulfuré et carbonaté.

Argile réfractaire.

Les gîtes d'argile réfractaire aujourd'hui exploités pour le service des usines à zinc se trouvent tous aux environs d'Andennes; ce sont des amas disposés d'une manière régulière, et présentant des rapports évidents avec les amas de minerais métalliques situés dans le voisinage. Ils forment deux bandes distinctes se dirigeant à peu près parallèlement de l'est à l'ouest. Les amas qui les constituent sont disséminés sur le versant des collines ou des vallées, avec lesquelles ils n'ont aucune relation. La bande la plus septentrionale longe le chemin de Bonneville à Andennes, entre

le versant nord d'une montagne formée par le calcaire anthracifère et le versant sud d'une autre montagne qui appartient au terrain houiller ; elle se prolonge jusqu'à Andennes, qui est entièrement dans le terrain houiller, où la ligne argileuse paraît, du reste, ne pas pénétrer. La bande méridionale est également située entre le calcaire et le terrain houiller, et a près d'une lieue de long. Les deux lignes sont situées dans une presqu'île calcaire qui sépare les naissances de deux bassins houillers, se réunissant à Andennes. Une troisième bande tout entière, comprise dans le calcaire, renferme les exploitations de Mozet, Maizerouille et Haltinne, qui fournissent, comme nous le verrons plus loin, des terres réfractaires de qualités diverses. Enfin, l'argile plastique est souvent associée à des minerais de fer hydraté, et en outre, on la trouve quelquefois en petites couches au mur et au toit de couches anthracifères.

La constitution particulière de chaque amas est un peu variable. Le plus souvent, il n'y a pas de stratification ; c'est toujours ce qui a lieu quand l'amas a peu d'étendue ; il consiste alors en un noyau intérieur, qui est l'argile plastique de bonne qualité, dite terre forte. Elle est environnée d'une argile plus impure qu'on appelle deigne quand elle se trouve au mur, et crawe quand elle est au toit de l'amas. Il paraît, du reste, exister quelque différence dans la nature de ces variétés. La première renferme quelques veinules de fer oxydé jaune, qui lui font perdre ses propriétés réfractaires. En s'éloignant toujours du centre de l'amas, on passe graduellement de la crawe ou de la deigne à un sable plus ou moins coloré en jaune, mais

qui est souvent d'une finesse et d'une blancheur remarquable. Au-dessus du sable se trouve quelquefois une substance noirâtre renfermant des débris de végétaux, et dont l'existence est pour les ouvriers un indice presque certain de l'existence de l'argile. C'est un lignite qui se délite facilement à l'air et brûle en répandant une odeur insupportable.

Plusieurs amas de ce genre, situés à Andennes même, sont renfermés dans les mêmes sables et réunis entre eux par la crawe, qui forme un véritable filon d'une puissance variable. La ligne est cependant interrompue par un gîte de galène mêlée à du minerai de fer, mais elle se continue de part et d'autre, et vient se terminer, à la sortie du calcaire où elle est tout entière contenue, aux schistes alumineux qui forment la base du terrain houiller.

Quand les dépôts sont plus développés; ils présentent des couches distinctes, et forment de véritables bassins, dont les bords sont souvent très-relevés. M. Cauchy, auquel nous avons déjà emprunté une partie des détails qui précèdent, donne les coupes suivantes de deux gîtes d'argile plastique.

Un des gîtes de terre à pipe des environs d'Andennes présente, en commençant par le haut :

1° Argile jaune ordinaire;

2° Bois fossile d'une couleur brune;

3° Sable jaunâtre terreux;

4° Gros sable blanc;

5° Sable blanc quartzeux;

6° Terre de pipe un peu jaunâtre de deuxième qualité;

7° Terre de pipe blanche de première qualité;

8° Argile noire contenant du bois fossile;
9° Argile sablonneuse;
10° Argile grise bonne terre à creusets;
11° Terrain sablonneux pénétré d'eau.

Du côté du sud-est, ces couches plongent au nord-ouest, sous un angle d'abord plus grand que 45°, diminuent ensuite d'inclinaison, et se placent en sens contraire. Les plus élevées ne se retrouvent plus par des galeries horizontales faites à une profondeur suffisante, et c'est dans le milieu du gîte qu'elles ont la plus grande épaisseur; celle-ci est, du reste, très-variable dans l'étendue d'une même couche, et devient même complétement nulle en certains points.

Dans un autre gîte, situé à Bonneville, au fond d'un puits de 30 mètres, on a percé, vers le nord, une galerie qui a recoupé :

1° 8^m,40 de sable;
2° 4^m,80 de deigne ou argile plastique de qualité inférieure;
3° 2^m,40 de bonne terre à pipe.

Ces trois premières couches pendaient au nord.

4° 4^m,80 de terre à pipe noire;
5° 0^m,60 de bonne terre à pipe;
6° 0^m,60 de deigne;

Ces deux dernières couches pendaient au sud.

7° 1^m,20 de bonne terre à pipe en couches presque verticales;
8° 7^m,40 de deigne;
9° — de sable.

La galerie paraît avoir percé la terre noire au point où la couche forme un fond de bateau, et les quatre couches alternatives de bonne terre et

de deigne, trouvées au nord, correspondent aux deux couches rencontrées après les sables.

Ces deux exemples suffisent pour montrer la disposition de l'argile plastique dans ses gîtes les plus développés. Leur étendue est, du reste, peu considérable; la longueur maximum paraît être d'une centaine de mètres; la largeur est moindre, et l'épaisseur se réduit quelquefois à 1 pied.

On a trouvé aussi de l'argile plastique à Huy; elle a été, pendant quelque temps, employée à l'usine de Corfali, mais on y a depuis renoncé. Elle remplit, comme à Andennes, sous forme de fond de bateau, des cavités existantes dans le calcaire. Un puits, ouvert dans l'un des bassins, a donné la coupe suivante :

	Pieds.	Pouces.
Terre meuble et sable blanc et jaune. . .	8	
Sable gris siliceux.	12 $\frac{1}{2}$	
Terre à pipe blanche et grise, avec pyrites.	5	
Gros sable blanc.		4 $\frac{1}{2}$
Argile plastique noirâtre.		11
Argile plastique blanche et rouge.		2 $\frac{1}{4}$
Sable blanc mélangé d'argile.		7 $\frac{1}{4}$
Calcaire.		

Quelquefois, au lieu d'argile plastique, les cavités renferment de l'argile lithomarge ou de l'ar-l'argile figuline avec du plomb sulfuré ou carbonaté.

Formation des amas métallifères et argileux.

En résumé, l'argile plastique de la province de Liége ou de Namur occupe la même position que les gisements de minerai de fer, de calamine, de blende et de galène, qui se rencontrent dans ces deux provinces. Toutes ces substances doivent donc être sorties à la même époque du sein de la terre; elles sont probablement arrivées au jour à l'état liquide ou gazeux, en même temps que s'o-

pérait le phénomène auquel est due la transformation d'une partie du calcaire en dolomie. Quand la masse affluente s'est refroidie brusquement, soit en raison de son peu d'étendue, soit par tout autre cause, il y a eu un mélange confus de toutes les substances intégrantes, et souvent apparence de filon. Lorsque le refroidissement a pu s'opérer lentement, les différentes matières ont pu se disposer par ordre de densité ou dans le rang suivant lequel elles arrivaient au jour. De là, cette forme de bassin, souvent observée dans les amas complexes, que nous avons décrits. L'existence de quelques fossiles trouvés parmi les minerais de fer, et de quelques lits d'argile plastique, rencontrés au milieu du terrain houiller, ne peuvent amener aucune déduction autre que celle-ci. Une portion des matières éruptives a pu être remaniée, et ce remaniement, sinon l'arrivée au jour, a eu lieu à l'époque de la formation des couches houillères. M. d'Omalius d'Halloy suppose que tous les amas d'argile plastique et de minerai de fer ne sont venus remplir les cavités du calcaire qu'à l'époque du zechstein; il se fonde sur ce qu'il sont contenus dans les vides, dus au plissement général du terrain houiller; mais il est forcé d'admettre que ce dernier était encore dans un état de mollesse telle, qu'il pouvait se plier sans se déchirer, tandis que le calcaire était tout à fait solide. Or, l'existence de petites veines, se détachant du corps principal des amas, et pénétrant à la fois dans le calcaire et le terrain houiller, ne semble pas permettre d'établir cette distinction, et l'existence de lignites, au milieu des gîtes d'argile paraîtrait être en faveur de la première hypothèse. Nous n'avons pas été à même d'étudier

assez profondément la question pour asseoir sur ce sujet une opinion bien arrêtée; mais nous serions plutôt portés à rejeter l'opinion de M. d'Omalius, bien qu'elle ait l'avantage de coordonner et de rapporter à une même époque les formations zincifères de Belgique et de Silésie. Cette unité ne pourrait probablement pas s'étendre aux autres gisements, et il serait peut-être difficile de regarder la formation des filons de galène, de calamine et de blende du Cumberland, du Derbyshire et du Flintshire en Angleterre, comme n'ayant pas eu lieu avant ou pendant celle du terrain houiller. Si, d'un autre côté, on invoque la ressemblance du gisement de Huy avec ceux de Tarnowitz, sous le rapport des substances contenues, on pourra faire le même rapprochement entre le premier et les filons de la Grande-Bretagne. Il existe cependant, dans ce dernier pays, des amas de calamine dans le nouveau grès rouge, et jamais on n'a pensé qu'ils fussent contemporains de ceux qu'on rencontre dans les terrains de transition.

§ 2. *Exploitation.*

Avant d'entrer dans quelques détails sur l'exploitation de la calamine et de l'argile plastique, nous dirons ici quelques mots sur l'ancienneté et le nombre des travaux entrepris sur ces gîtes à différentes époques.

Vieille-Montagne.

Pline second parle, dit-on, dans ses ouvrages, de la Vieille-Montagne, dont il désigne le minerai sous le nom de Cadmia. Il est plus certain que l'exploitation avait lieu il y a environ 400 ans, du temps des Espagnols, mais le renseignement positif le plus reculé qu'on puisse obtenir, se rapporte à l'année 1640; il y est dit qu'on tirait de

Welkenraedt du minerai de zinc, de plomb et de fer hydraté massif.

Le 24 décembre 1721, des lettres patentes de Charles VI autorisent le sieur Théodore Straugh à faire la traite des minéraux à Rabotraet, à l'exception de la calamine, et le 10 juillet 1730, le gisement de Moresnet commença à être exploité pour le compte du roi; il paraissait être à cette époque moins important que ceux de Rabotraet, Mirols et Welkenraedt. Ainsi, la mine de Rabotraet fut exploitée avec avantage de 1749 à 1766; elle fut abandonnée à cette époque par suite de l'abondance des eaux, mais sept ans avant, les Stolbergeois étaient autorisés à en tirer pour la fabrique du laiton 2 millions de livres, tandis qu'ils ne tiraient que 150.000 livres de la Vieille-Montagne. A cette époque, les 100 livres de calamine se vendaient 50 sols de $0^f,06$ (1).

Quand on cessa, en 1766, l'exploitation de Rabotraet, les travaux de Mirols, qui étaient déjà en activité en 1762, prirent une nouvelle extension. En 1764, ils se composaient de trois puits profonds de 22 toises; abandonnés en 1769, ils paraissent avoir été repris plus tard, car,

---

(1) La quantité de calamine calcinée provenant de Rabotraet se montait :

En 1749	à	42.500 livres.
1750	à	682.300
1760	à	138.400
1761	à	331.400
1762	à	450.900
1763	à	293.900
1794	à	82.100
1766	à	104.100

(214 livres de Prusse = 100 kilogrammes.)

en 1772, les Stolbergeois préféraient le minerai de Mirols à celui de la Vieille-Montagne, parce que ce dernier encrassait les creusets (1).

Enfin, à Welkenraedt, le terrain calaminaire se trouvant à une faible profondeur, a été percé en un grand nombre de points. C'est ce qui fit choisir ce lieu de préférence à tout autre, lorsque, en 1840, la compagnie de la Vieille-Montagne fit faire des recherches dans l'étendue de sa concession. Nous avons donné plus haut la coupe des terrains traversés par un puits ouvert à cette époque; il est aujourd'hui abandonné.

Jusqu'en 1806, la Vieille Montagne fut exploitée pour le compte du gouvernement. Le 24 mars de cette année, un décret impérial la comprit dans une concession où entrèrent en même temps les exploitations de Rabotraet, Welkenraedt, Mirols, Grunstrasse, Loutzen, Hergenraedt, la Maison-Rouge, etc. Cette concession, qui a une étendue de 8.500 hectares, est située dans un terrain neutre, entre la Belgique et la Prusse; elle est grevée aujourd'hui d'une redevance de 15.000 francs, dont elle paye une moitié à chaque royaume.

Ancien mode d'exploitation.

L'exploitation de l'amas lenticulaire de la Vieille-Montagne se faisait autrefois par puits et galeries. Il y avait sept puits communiquant avec

---

(1) On tira de Mirols une quantité de calamine calcinée égale :

En 1763	à	35.000	livres.
1764	à	44.000	
1765	à	57.914	
1766	à	320.000	
1767	a	167.100	
1768	à	75.000	

deux systèmes de galeries, les unes longitudinales, les autres transversales, ouvertes à différents niveaux. Un de ces puits (*fig.* 2 et 3) sert encore aujourd'hui à l'épuisement ; les eaux, peu abondantes du reste, qui se rassemblent dans les excavations, y sont amenées par une galerie d'émergement, et élevées au jour par des pompes que met en mouvement une roue hydraulique.

C'est le 16 mars 1817 que commença l'exploitation à ciel ouvert.

A partir de cette époque, on pratiqua dans le gîte des gradins d'une grande largeur, concentriques et parallèles au contour extérieur de la section horizontale. Quand on rencontre d'anciens travaux, on les comble provisoirement, et on les reprend ensuite. Toute la portion du sud-est est aujourd'hui enlevée, de sorte qu'on obtient les coupes représentées dans les *fig.* 2 à 8 (1).

L'exploitation courante comprend de 6 à 9 ateliers disposés sur les différents gradins, et composés chacun de 9 hommes. Ces ouvriers font sauter le minerai à la poudre, et le partagent ensuite en fragments de grosseur variable à l'aide de pics et de différents outils. Le triage est fait sur place ; le minerai est ensuite porté sur la plaine devant les fours de grillage dans des waggons roulant sur chemins de fer. Les rails en fer ont une section symétrique ; leur hauteur est de $0^m.06$; leur épaisseur maximum de 2 centimètres, et minimum de 1 1/2 centimètre. Ils reposent dans des chairs en fonte cloués sur des semelles en bois. Les waggons sont en bois et peuvent basculer sur un axe parallèle aux essieux. Ils peuvent

(1) A la fin de 1841.

contenir 800 kil. de minerai. Ils circulent sur des chemins dont la pente varie de 0 mètre à $0^m,045$ par mètre. Le roulage est fait par des enfants ou par des chevaux quand la pente est trop forte.

Les concessionnaires fournissent tout le matériel de l'exploitation, savoir les outils dont ils font également les réparations, les chemins de fer, les waggons, la poudre, dont la consommation est d'environ 250 livres par mois; enfin, les chevaux; quatre de ces derniers suffisent pour tous les ateliers.

Les ouvriers reçoivent de $0^f,40$ à $0^f,45$ par waggon de calamine amenée devant les fours de calcination, qui sont à côté même de l'exploitation. Ils n'ont que $0^f,25$ à $0^f,35$ par waggon de terres et autres déblais qu'ils sont obligés de transporter, toujours par chemin de fer, de l'autre côté de la route d'Aix à Liége, à une distance d'environ 500 mètres.

Le rapport du volume des terres à celui du minerai influe beaucoup sur le prix de revient de la calamine. Il y avait :

En 1840 sur	23.088 wag. de calam.		35.719 wag. de terre.
1841 sur	9.133		25.893
Ou			
En 1840 sur	100	—	154
1841 sur	100	—	283

D'après ces résultats, on aurait payé, en 1840, $0^f,97$ pour 800 kil. de minerai, ou $1^f,21$ par tonne, et en 1841, $1^f,44$ ou $1^f,82$ par tonne. La quantité de terre à enlever va toujours croissant, parce que les gradins du nord ne sont pas suffisamment dégagés, et que le gîte est à un niveau plus bas qu'au sud. Aussi doit-on avoir atteint aujourd'hui la proportion de trois waggons de terre pour un de calamine. Les ouvriers d'un même

atelier partagent entre eux l'argent qu'ils reçoivent. Le chef n'a guère que 2f,50 par jour, les manœuvres 1f,10 à 1f,50.

Le prix de revient pour l'année 1840 était le suivant.

On a extrait 17.584,650 kil. de calamine, et on a dépensé :

	fr.
Main-d'œuvre (comprenant l'exploitation et le nettoyage du minerai, la charpenterie et la forge)	41.416,89
Poudre	2.078,15
Charbon (consommé à la forge pour les outils d'exploitation, et sur la mine pour le chauffage des ouvriers)	2.814,06
Avoine et fourrage	7.216,20
Fer et fonte	955,12
Bois et matériaux	5.537,24
Dépenses diverses	5.901,76
Total	65.924,42
A déduire (pour vente de vieux matériaux, de ferraille, etc.)	2,995,04
Reste	62.929,38
Auxquels il faut ajouter la redevance annuelle	15.000,00
Total	77.929,58

pour 17.584 tonnes, ou 4f.,43 par tonne.

Le prix de 4f,43 par tonne est un peu inférieur au prix réel, parce que nous n'avons pas compté l'intérêt du capital employé à la construction des chemins de fer, des waggons, etc. En général, on regarde, à la Vieille-Montagne, le minerai comme revenant à 5f,50 les 1.000 kilog. avant la calcination.

Le tableau suivant peut donner une idée des quantités de calamine exploitées à différentes époques :

Années.	Nombre d'ouvriers.	Nombre de journées.	Calamine exploitée.	Main-d'œuvre.	Prix de revient par 1000 kilog.
			k.	fr	fr.
1827	85	24.395	8.730.000	25.033,65	5,34
1828	85	25.452	7.993.360	25.921,22	6,32
1829	85 les 5 1ers mois. 46 le reste de l'année.	18.021	5.150.800	18.731,06	6,34
1830	46	18.130	3.530.000	13.582,00	5,58
1831	46	13.322	5.025.796	13.879,61	5,32
1832	46	13.418	6.068.901	14.091,30	5,01
1839	»		12.970.440	»	»
1840	»		17.584.650	41.416,89	5,51

L'exploitation a pris, dans ces dernières années, un développement considérable; mais malheureusement le gîte s'épuise, et si les travaux sont dirigés de manière à produire annuellement quatre millions de kilogrammes de zinc, chiffre qu'on atteint aujourd'hui, l'extraction ne restera pas au-dessous de celle de 1840, elle sera donc au moins de 18 millions de kilogrammes ou 7000 mètres cubes environ de calamine, non compris les matières rejetées. Il est vrai que ces matières contiennent une quantité de zinc assez considérable; mais elles ne peuvent être enrichies, et par suite rendues traitables, qu'à l'aide d'une préparation mécanique. Les frais que celle-ci occasionnerait sont la seule cause qui fait maintenant abandonner ces minerais pauvres. Pour se prémunir contre cet épuisement prochain de la Vieille-Montagne, la société a fait faire quelques recherches dans l'étendue de la concession. On a d'abord exploré les anciens travaux, et on a choisi ceux de Welkenraedt, parce que c'était la localité où ils paraissaient avoir eu le plus grand développement.

Dans une très-petite étendue, on compte plus de 20 puits différents; ce fait annonçait ou bien que le gîte était peu riche, ou bien que l'abondance des eaux avait empêché l'approfondissement des travaux. Quatre nouveaux puits ont démontré la validité de la première hypothèse. Nous avons donné la coupe du premier; il a, comme les autres, atteint le calcaire à une faible profondeur. Commencé le 21 avril 1840, il s'est achevé le 30 juin de la même année. Les mineurs étaient payés 1,50, et les manœuvres 1,25 par poste de 8 heures; ce puits avait 1,80 de long sur 1,20 de large. Les dépenses totales montèrent à 1.895f,08, soit 56f,99 par mètre courant; elles étaient réparties de la manière suivante :

	fr.
Main-d'œuvre.	1.061,65
Bois.	500,08
Fers.	184,90
Chauffage des ouvriers. .	11,10
Câbles.	45,00
Frais divers.	92,35

Les travaux de recherche donnent en résumé peu d'espérance dans l'étendue de la concession; ils ont eu néanmoins trop peu de développement pour qu'on puisse regarder leurs résultats comme décisifs.

Nouvelle-Montagne.

Le gisement de Verviers paraît avoir été exploité très-anciennement; il contient de nombreux restes des travaux des Espagnols; abandonnée pendant un certain temps, la mine fut reprise sous l'empire par les Stolbergeois, qui en tiraient de la calamine pour faire du laiton.

En 1827 se forma la société actuelle dite société de la Nouvelle-Montagne; elle établit à Prayon, près Chaudfontaine, une usine pour le traitement

des minerais de zinc, qu'elle tire non-seulement de Verviers, mais encore de Prayon et même d'Engis. En 1841, on l'augmenta d'un fourneau à manche pour le traitement de la galène qu'on rencontre concurremment avec la calamine.

Tous les minerais de zinc fondus à Prayon sont exploités par puits et galeries. A Verviers, on va rejoindre le gîte en un point A (*fig.* 9) par une galerie à travers bancs. Elle a 445 mètres de longueur, et sert pour le roulage et l'écoulement des eaux. A l'extrémité de la galerie, on a foncé un puits qui avait, en février 1842, 19 mètres de profondeur, et qui n'avait pas encore traversé la dolomie. On a reconnu que celle-ci formait un véritable stockwerk, dont l'exploitation ne pouvait se faire avec avantage. De ce puits partent des galeries horizontales qui suivent les différents contournements du gîte. Le minerai amené au sol de la galerie de roulage est porté au jour dans des waggons en tôle qu'on roule sur des rails en fonte. Rendu au jour, il revient à 5 fr. les 1.000 kilogr. On extrait annuellement environ 15.000.000 kil. de minerai brut, y compris le minerai de fer, qui, en 1835 et 1836, est monté annuellement au chiffre de 4.500.000 kil. Aujourd'hui le rapport en poids du minerai de fer à celui de zinc est de 3 à 1. La galène est la substance prédominante, et c'est sur elle qu'on fonde quelques espérances. Aussi vient-on d'établir, à l'extrémité de la galerie de roulage, une machine d'épuisement de 12 chevaux, destinée à permettre la reprise des travaux arrêtés par inondation.

A Engis, on fait de grands travaux préparatoires ayant principalement pour but le traitement du minerai de plomb.

La calamine, au sortir de la mine, est trop impure pour être soumise directement aux opérations métallurgiques. Aussi a-t-on établi à Verviers et à Prayon un système grossier de préparations mécaniques pour en séparer la galène et une partie de l'oxyde de fer. On se contente de laver le minerai en morceaux dans des caisses en bois analogues aux caisses allemandes, et de cribler les fragments les moins gros. Un triage fait à la main complète la série d'opérations auxquelles le minerai est soumis avant la calcination.

Usine de Corfali

Le gisement de Corfali, près Huy, n'est exploité pour calamine que depuis 1830. Mais il y a longtemps qu'on en a extrait du minerai de fer et de la galène. Cette dernière, qui se trouve principalement au mur du gîte, renferme de nombreuses traces d'exploitation espagnole. La nouvelle compagnie extrait à la fois les trois substances.

L'exploitation se fait à Corfali, comme à la Nouvelle-Montagne, par puits et galeries. Une galerie horizontale à travers bancs, qui prend naissance sur le bord de la Meuse, au milieu même de l'usine, va rejoindre le gîte à 55 mètres au-dessous du niveau du sol. D'autres galeries, partant de cette première, parcourent le gîte dans différents sens. Le même réseau se retrouve à des niveaux inférieurs, et les différents étages sont mis en communication par des puits dont les uns servent à l'extraction et à l'épuisement, les autres à l'aérage. Tout le minerai arrive au jour par la première galerie; son prix, sur le carreau de la mine, varie de 5 à 22 fr. les 1.000 kil., on lui fait subir, sur le bord même de la Meuse, un débourbage qui est suivi d'un triage à la main.

Exploitation de l'argile réfractaire.

L'exploitation de l'argile réfractaire et des sables blancs se fait aux environs d'Andennes d'une manière très-simple. On creuse un premier puits de 1 mètre à 1^{m},20 de diamètre. Quand il doit avoir peu de profondeur, on maintient simplement les parois à l'aide de cerceaux en bois plus ou moins rapprochés, derrière lesquels sont placés verticalement des branchages ou même de la paille. Quand on atteint l'amas, dont l'existence a dû être reconnue par des sondages préliminaires, on creuse un second puits de même dimension, à 4 ou 5 mètres du premier, et on met les deux en communication par la partie inférieure. Ces puits ont quelquefois 30 mètres de profondeur, mais généralement ils ont de 5 à 16 mètres.

Une galerie est ensuite ouverte le long d'une paroi du gîte jusqu'à ce qu'elle soit arrivée à son extrémité; cette galerie a généralement 1 mètre de largeur sur 1^{m},60 de haut; elle est très-grossièrement boisée quand il est nécessaire; lorsqu'elle est terminée, on enlève l'argile en suivant une grande taille parallèle à la galerie, et laissant ébouler le terrain derrière soi jusqu'à l'entier épuisement du gîte. Si l'épaisseur de l'amas est assez grande, on le divise en plusieurs étages, qu'on exploite successivement; le plus souvent, on préfère n'approfondir le puits que sur la hauteur de deux tailles, que l'on prend en remontant; on laisse ébouler, puis on extrait deux nouveaux étages au-dessous et ainsi de suite; il paraît que c'est le meilleur procédé pour empêcher le mélange de l'argile et des matières étrangères.

L'extraction se fait au moyen d'un treuil placé en haut du puits; l'argile est élevée dans de pe-

tites corbeilles de faible capacité, que deux hommes montent très-facilement.

De la nature des minerais de zinc, de la calcination et du broyage.

Vieille-Montagne. Nature du minerai.

Le minerai de la Vieille-Montagne est un mélange de silicate, de carbonate et d'oxyde de zinc; ces minéraux sont tantôt compactes et tantôt cristallisés. Leur gangue se compose exclusivement d'argile en masses amorphes intercalées au milieu des fragments de calamine. L'argile présente une foule de couleurs différentes; elle est blanche, verte, jaune, bleue, noire, etc. On y trouve différentes variétés de silicate et d'alumine.

Voici, du reste, plusieurs analyses des minerais fondus dans les usines de Liége.

	Vieille-Montagne.				Welkenraedt.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Oxyde de zinc. .	0,054	0,663	0,683	0,682	0,448	0,206
Silice.	0,020	0,249	0,250	0,256	»	»
Eau.	0,006	0,074	0,042	0,010	0,300	0,238
Acide carbonique et oxyde de zinc.	0,890	0,011	»	»	»	»
Oxyde de fer. . .	0,030	»	»	0,048	0,240	0,354
Oxyde de plomb.	»	0,008	»	»	»	»
Argile.	»	»	»	0,034	0,013	0,142
Partie insoluble (argile et silice).	»	»	»	»	»	»
	1,000	1,000	0,975	0,980	1,001	1,000

1 est le minerai ordinaire de la Vieille-Montagne; c'est un mélange de carbonate anhydre et de silicate hydreux (M. Berthier).

2 est du silicate hydreux en cristaux choisis (Berzélius).

3 est du silicate hydreux en cristaux choisis (Smithson).

4 est le silicate anhydre de la Vieille-Montagne.

5 et 6. Échantillons recueillis dans les travaux de recherche faits à Welkenraedt.

Les minerais de la Vieille-Montagne sont partagés sur les lieux mêmes en deux classes, d'après leur aspect et leur composition. On distingue le minerai A ou mine blanche, et le minerai B ou mine rouge.

La seconde contient plus de fer que la première, est beaucoup plus fusible et moins riche; malheureusement c'est aujourd'hui la plus abondante; il y en a trois fois autant que de calamine A. Cette proportion n'a pas toujours été la même, et autrefois il y a eu égalité. Voici les compositions comparatives de ces deux espèces de calamine :

Calamine.	Minerai A.	Minerai B.
Oxyde de zinc. . . .	0,583 zinc 0,466	0,42 zinc 0,336
Silice et argile. . . .	0,140	0,20
Eau et acide carbon.	0,220	0,21
Oxyde de fer. . . .	0,050	0,18
Oxyde de plomb. . .	»	»
	0,993	1,01

Les densités des différentes espèces sont un peu différentes; on a trouvé :

Pour la calamine schisteuse blonde.	4,041
id. rouge.	3,837
Calamine très-silicatée, la plus blanche de l'amas.	3,266
Calamine de texture cristalline, veinée de silicate blanc.	3,333
Silicate hydreux.	3,379
Carbonate anhydre.	4,442

Ce qui est surtout important à connaître, c'est la densité du minerai calciné en poussière : je la donne un peu plus loin.

Nettoyage du minerai.

Le minerai de la Vieille-Montagne contient, comme nous l'avons dit, beaucoup d'argile. Avant de le calciner, on cherche, autant que possible, à l'en débarrasser; on y parvient par une exposition plus ou moins prolongée à l'air, et par un tamisage à travers une claie. Il paraît qu'à Stolberg on lave même le minerai, et qu'on obtient de bons résultats. Des expériences faites en 1828, à la Vieille-Montagne, ont donné les nombres suivants :

2.000 kil. de calamine criblée à l'eau dans une cuve ont donné 1.820k,5 de calamine lavée et séchée, plus un résidu argileux de 169k,5 qui, après un second criblage, a donné 76 kil. de calamine sèche; en tout, 1.896k,5.

On voit que le minerai était presque pur.

Aujourd'hui on se contente de passer le minerai menu à travers des claies.

Les déchets sont mis à part avec ceux du triage, et sont susceptibles d'être repris plus tard. L'introduction des claies à la Vieille-Montagne ne date que de 1834. Les frais du nettoyage tel qu'il était exécuté en 1836, et l'est encore aujourd'hui, montent à 0f,87 par tonne métrique. Cette opération se fait sur la plaine qui environne le gueulard des fours de calcination.

Calcination du minerai.

Après avoir été débarrassé d'une grande portion de l'argile, le minerai est calciné dans des fours coniques, analogues aux fours à chaux (*fig.* 15, 16, 17, 18). Ils ont 2m,50 de hauteur, 1m,50 de diamètre au gueulard et 0,60 à la base. Ils sont chauffés à l'aide de deux foyers latéraux, dont la

voûte est percée à sa partie postérieure d'un canal débouchant dans le four par 20 ouvreaux disposés suivant quatre ou cinq rangées en hauteur. Chaque ouvreau a 1 décimètre carré de section.

Le massif du four est en briques ordinaires; la cuve et le foyer sont en briques réfractaires de seconde qualité. La première est séparée du massif par un intervalle vide qu'on remplit de sable. A la partie inférieure sont pratiquées deux ouvertures rectangulaires destinées à la sortie du minerai. Deux plaques de fonte, inclinées à 45°, divisent la colonne descendante, et facilitent l'évacuation du four. Les canaux qui aboutissent dans le four sont renversés, pour éviter que les poussières ne puissent s'y introduire. Un four peut marcher deux mois sans avoir besoin de réparations, et le plus souvent, celles-ci se bornent à remplacer les briques qui servent d'orifice aux ouvreaux. Le gueulard était autrefois surmonté d'une cheminée conique de 4 mètres de haut; elle consistait en un bâtis de fer dont les intervalles étaient remplis par du torchis; on a reconnu qu'elle était complétement inutile, et on va la remplacer par une petite cabane construite sur la plate-forme du gueulard, pour mettre les chargeurs à l'abri des fumées et des intempéries de l'air.

Ces fours sont continus; le minerai se charge par le haut; on mélange le gros et le menu, de manière à régler convenablement le passage de la flamme. En 24 heures, on obtient dans un four 13.500 kil. de calamine calcinée. Il y a auprès de l'exploitation même quatre fours de calcination, dont trois sont toujours en activité. La production doit donc s'élever journellement à 40.500 kil. de minerai calciné.

La perte due à la calcination est évaluée à 25 pour 100; mais quelquefois elle n'atteint pas ce chiffre, comme le démontrent les expériences dont voici les résultats :

	Minerai A.		Minerai B.	
Calamine soumise à la calcination. . .	79.750	16.500	17.300	52.250
Calamine calcinée. .	69.264	14.152	13.350	39.462
Perte en poids p. 0/0.	13,15	13,02	22,84	24,48

D'après ces résultats, le minerai A paraît perdre beaucoup moins à la calcination que le minerai B. Cependant il n'en est pas généralement ainsi. J'ai fait d'assez nombreux essais sur des échantillons différents de l'une et l'autre espèce. J'ai trouvé que la perte était un peu inférieure à 25, mais la même pour tous. Il est vrai que j'opérai sur des matières plus sèches qu'elles ne le sont ordinairement quand on les introduit dans le four de calcination.

Voici les analyses des minerais A et B calcinés et prêts à être fondus :

	Minerai A.	Minerai B.
Oxyde de zinc. .	0,70 = zinc 0,56	0,530 = zinc 0,424
Oxyde de fer. . .	0,08	0,220
Argile et silice. .	0,20	0,230
Acide carb. et eau.	0,02	0,013
	1,00	0,993

Une nouvelle calcination en vase clos donne une perte très-faible, d'où on conclut que le minerai ne renferme presque plus de carbonate. D'un autre côté, en traitant le minerai A par l'acide acétique, on en sépare 43 p. 100 d'oxyde de zinc, qui proviennent évidemment du carbonate détruit par la calcination, et qui correspondent à

34,45 p. 100 de zinc métallique; on peut en conclure que sur les 56 p. 100 de zinc existant dans le minerai, il y en a 22 à l'état de silicate et 34 à celui de carbonate.

De même pour le minerai B, on reconnaît facilement que des 42 p. 100 de zinc contenus, il y en a 32 renfermés dans le carbonate, et 10 à l'état de silicate. Bien que ces chiffres se rapportent à des échantillons particuliers, ils représentent à très-peu près la composition moyenne des minerais.

Le charbon employé est un mélange de houille grasse d'Eschweiler et de houille maigre de Bardenberg, près d'Aix-la-Chapelle. La première coûte 3 fr. les 100 kil. de gros rendus à la Vieille-Montagne, et 2f,50 le menu. La seconde coûte de 1f,50 à 2 fr. En 1840, on employait 92k,01 de charbon, et 1.333 kil. de minerai brut pour 1.000 kil. de calamine calcinée; en 1839, 92k,40 de charbon et 1.311 kil. de minerai (Voir le tableau ci-dessous).

Chaque four de calcination est desservi par six ouvriers distribués en postes de 24 heures, savoir :

2 chefs ou brigadiers	à	2,40	l'un par 24 heures.
2 chargeurs	à	2,10	
2 tireurs	à	2,20	
Total.		6,80	

C'est la main-d'œuvre de calcination pour 13.500 kil. de minerai brut.

En 1836, on évaluait à 2f,71 la dépense en combustible et en main-d'œuvre par 1.000 kil. de minerai calciné. En 1840, la main-d'œuvre seule était de 0f,585 pour 1.000 kil. de calamine cal-

cinée. Les ouvriers doivent porter le minerai du bas des fours aux meules qui sont, du reste, peu distantes. Le transport se fait dans des brouettes en bois, garnies intérieurement en tôle; le bois est percé d'ouvertures pour laisser passer l'air, afin de rafraîchir constamment la tôle. Un four à calciner a une capacité égale à 54 brouettes.

La calamine, calcinée avant d'être portée au four de réduction, doit être réduite en poudre aussi fine que possible. Cette opération se fait dans un moulin à meules verticales. Une roue hydraulique à augets transmet, à l'aide d'un pignon et d'une lanterne, son mouvement de rotation à un axe vertical. Celui-ci traverse une voûte qui supporte la sole du moulin, et est percé transversalement d'une ouverture rectangulaire, dans laquelle passe un axe en fer de 1^{m},08 d'équarrissage. C'est autour de cet axe que tournent les deux meules; elles sont faites avec un poudingue très-dur. Le moyeu est en bois et garni intérieurement d'une boîte en fonte. La sole du moulin consiste en quatre segments de cercle en fonte; elle se relève un peu vers l'axe, de manière à forcer la calamine à retomber sous les meules, un râble, fixé à l'arbre vertical, produit le même effet. Ce moulin peut broyer, au plus, 40.000 k. de minerai grillé par 24 heures. Voici ses principales dimensions :

Diamètre des meules.	1^{m},60
Épaisseur.	0,40
Equarrissage de l'arbre vertical.	0 ,45
Ecartement des meules.	0 ,72 et 0,42
Equarrissage de l'axe des meules.	0 ,08

Le moulin emploie cinq ouvriers travaillant pendant 12 heures, et payés chacun 1^{f},10. En

1836, on estimait que l'opération du broyage coûtait 0f,67 par 1.000 kil. En 1840, la main-d'œuvre n'était que de 0,286 (Voir le tableau ci-dessous).

Le minerai est réduit en poudre aussi fine que possible; cependant il ne passerait pas entièrement à travers un crible de 2 à 3 millimètres.

A l'état de poussière, il est très-facile de reconnaître les deux espèces de minerai. Celle du minerai A est d'un gris légèrement jaunâtre. Celle de B est rouge.

Prix de revient du minerai de la Vieille-Montagne.

En résumé, le prix de revient du minerai, à la Vieille-Montagne, peut s'établir ainsi qu'il suit, pour 1.000 k. de minerai grillé :

	fr.
Extraction.	5,51
Nétoyage de la calamine par exposition à l'air, et passage à travers des claies.	0,87
Calcination.	2,71
Broyage.	0,67
Divers.	0,16
Total.	9,94

Le tableau suivant fait connaître les détails de ce prix de revient pour 1840 :

	Calamine		Charbon consommé.		Main-d'œuvre.	
	brute.	calcinée.	Poids.	Valeur.	A la calcinat.	Au broyage.
	k.	k.	k.	f.	f.	f.
Janvier. . .	1.299.733	974.800	84.000	1.654,88	671,97	267,44
Février. . .	1.331.333	998.430	61.081	1.638,65	579,04	318,26
Mars. . . .	1.440.000	1.080.000	62.873	1.319,87	629,97	288,81
Avril. . . .	1.108.266	931.200	65.070	1.358,25	561,68	241,53
Mai.	1.505.866	1.129.400	106.245	2.453,71	642,36	289,06
Juin.	1.549.066	1.161.800	136.426	3.032,76	589,34	298,09
Juillet . . .	1.481.600	1.111.200	123.265	2.447,90	627,15	335,31
Août . . .	1.560.800	1.170.000	117 535	2.701,38	643,38	294,81
Septembre.	1.074.666	800.000	73 560	1.696,83	521,76	300,77
Octobre. . .	1.586.933	1.190.200	96.940	2.416,23	850,51	287,23
Novembre.	1.430.200	1.079.400	105 140	2.367,88	607,93	303,44
Décembre .	1.172 666	879.400	105 380	2.308,59	630,20	384,65
	16.550.129	12.586.600	1.158.182	25.294,03	7.373,38	3.604,40

Pour compléter ce tableau, il faut y ajouter les frais divers qui se rapportent à la réparation des fours, l'entretien des outils et du matériel, etc. Le prix de revient total pour cette année était de 10f,76.

Production de calamine à la Vieille-Montagne.

Au 1er janvier 1840, il existait dans les magasins de Moresnet 253.820 kil. de calamine calcinée. On produisit dans l'année 12.586.600 kil., et à la fin de décembre, il ne restait que 14.150 k. La consommatoin de l'année est donc 12 726.270 kil. Elle se répartit ainsi entre les trois usines de Moresnet, de Saint-Léonard à Liége et d'Angleur.

Moresnet, 2.497.650 kil.; Liége, 5.683.200 k.; Angleur, 4.545.420 k. (1).

Pour être transportée dans les deux dernières usines, la calamine calcinée et broyée est chargée dans des sacs contenant chacun 50 kil. Ceux-ci sont ensuite empilés dans des voitures appartenant à la compagnie ou à des entrepreneurs. Elles seront bientôt remplacées par le chemin de fer de Liége à Aix-la-Chapelle, qui pàsse à 200 mètres environ de la Vieille-Montagne, et qui traverse l'usine d'Angleur.

En 1840, le chargement de 1.228.620 kil., expédiés à Angleur et à Liége, a coûté 4.467f,34, soit 0,436 par 1.000 kil.

Quant aux autres frais de transport, ils sont assez difficiles à établir.

On paye ordinairement de 10 à 12 francs par 1.000 kil. aux entrepreneurs; on peut établir de la manière suivante le prix de revient, quand les charrois se font par les voitures et les chevaux de la société.

Pour une voiture portant 1.500 kil., et traînée par cinq chevaux :

	fr.
Nourriture des chevaux, à 1f.,50 l'un. .	7,50
Intérêt de leur valeur à 600 fr.	0,42
Frais de barrière, à 0f.,06 par roue et 0f.,105 par cheval : 6 barrières.	4,59
Chargement et déchargement.	1,08
Conduite.	2,50
Intérêt des sacs et usure.	0,25
Usure et intérêt du matériel.	0,40
	16,74

(1) En 1839, sur une production de 10.712.120 kilogr. de calamine calcinée, il ne fut consommé que 1.860.734 à

L'administration possède 2 chariots et 2 charrettes ; il y a à Moresnet 20 chevaux, tant pour les transports que pour l'exploitation ; à Liége, 20 chevaux pour les transports et les besoins de l'usine; enfin, à Angleur, 8 chevaux qui servent uniquement au remorquage des bateaux sur l'Ourthe.

Dans l'établissement des comptes qui servent à établir le prix de revient du zinc à Saint-Léonard et à Angleur, on porte, pour le minerai calciné rendu à l'usine, une valeur de 20 fr.

Nouvelle-Montagne. Nature du minerai.

Le minerai exploité à Verviers et à Prayon par la compagnie de la Nouvelle-Montagne est généralement compacte, d'une apparence terreuse et fortement coloré par de l'oxyde de fer à tel point, qu'on le confondrait facilement avec ce dernier; néanmoins, le gisement renferme des veinules de calamine blanche et jaune argileuse, analogue à celle de la Vieille-Montagne. Quelquefois on trouve des échantillons concrétionnés. On en rencontre surtout dans le gîte d'Engis, qui est exploité par la même compagnie. Le minerai fondu en 1842 était très-pauvre, comme on peut en juger par l'analyse suivante, que j'ai jointe à deux autres analyses de minerais plus riches, données par M. Davreux dans son ouvrage sur la province de Liége.

Moresnet; le reste fut expédié à Angleur et à Saint-Léonard.

	1. Minerai de la Nouvelle-Montagne. (M. Delvaux.)	2. Calamine d'Engis. (*Id.*)
Oxyde de zinc.	0,385	0,526
Peroxyde de fer.	0,234	0,140
Chaux.	»	0,035
Magnésie.	»	0,017
Manganèse.	0,030	traces.
Oxyde de plomb.	0,024	»
Silice.	0,090	0,017
Eau et acide carbonique.	0,214	0,280
	0,977	1,015

3. Minerai exploité à Verriers, en 1842, après calcination.

Oxyde de zinc. .	0,490	0,235 libre provenant du carbonate. 0,255 combiné avec la silice.
Peroxyde de fer.	0,370	
Silice et gangue.	0,140	
	1,000	

La calamine de la Nouvelle-Montagne est grillée en partie à Verviers et en partie à Prayon. Dans la première localité, la calcination est effectuée dans un four à réverbère de 14 pieds de long sur 8 (1) de large intérieurement. La sole a la forme d'une ellipse tronquée aux extrémités du grand axe. Le foyer est à l'une de ces extrémités. Il y a une porte de travail sur chaque grand côté du four. La sole est en briques dans le voisinage de la chauffe, et en fonte dans le reste de son étendue; la flamme circule au-dessus et au-dessous.

Calcination.

On charge à la fois 1.400 kil. à 1.500 kil. de calamine en morceaux, et on brasse de temps en temps. Une opération dure 8 heures. On emploie 300 kil. de combustible pour 1.000 kil. de minerai calciné; la perte est, dit-on, de 30 p. 100; ce qui ne peut

(1) 1 pied de Liége, 12 pouces = 0m.353.

s'expliquer qu'en admettant que le minerai renferme beaucoup d'humidité. La dépense est de 4 francs pour 1.000 kil. de minerai calciné.

A Prayon, la calcination se fait dans un four à axe vertical et à section elliptique (*fig.* 19). Il n'y a à la partie inférieure qu'une seule ouverture, par laquelle sort le minerai grillé. Le foyer est latéral; sa section intérieure est un trapèze. Trois conduits, partant de la voûte, aboutissent à un canal unique qui serpente autour de la cuve et communique avec elle par 40 ouvreaux, dont la paroi supérieure est inclinée vers le four, comme à la Vieille-Montagne. Ces ouvreaux commencent à 12 pouces du bas de la cuve, et s'élèvent jusqu'à 2 pieds au-dessous du gueulard. On grille 6.000 k. de minerai par 24 heures, et on n'emploie que 300 kil. de charbon.

Le minerai cru ou calciné est apporté de Verviers à Prayon au prix de 4 fr. les 1.000 kil. Il est broyé après la calcination sous des meules en fonte, légèrement coniques, de $1^{m},50$ de diamètre et pesant 1.300 kil. Le moulin se compose de deux meules, et est mû par deux chevaux; il peut broyer 3.500 kil. de minerai par jour.

On estime, à Prayon, que le minerai tout prêt à charger dans les fours de réduction ne revient jamais à plus de 30 fr. les 1.000 kil. Avec un rendement de 12 p. 100, la préparation du minerai seule grève les 1.000 kil. de zinc d'une dépense égale à 25 fr.

On a essayé à Prayon de traiter de la blende au four de réduction, après l'avoir grillée à Verviers dans le fourneau à réverbère. On ne put obtenir de zinc; il est probable que le grillage aura été mal conduit, car dans l'usine de Corfali, où on

opère sur une blende tout à fait semblable, on est arrivé à des résultats tout différents.

Corfali.

La calamine de Corfali est ordinairement en masses compactes ou caverneuses, quelquefois concrétionnée ou cristallisée. On trouve beaucoup d'échantillons d'un bleu grisâtre et ne contenant guère que du silicate et du carbonate de zinc; mais, le plus souvent, le minerai est ferrugineux et d'une couleur rouge comme celui de la Nouvelle-Montagne. En voici une analyse faite par M. Davreux :

Oxyde de zinc.	0,398
Peroxyde de fer.	0,230
Peroxyde de manganèse.	0,029
Chaux.	0,002
Silice.	0,102
Eau et acide carbonique.	0,203
	0,964

La calcination du minerai se fait dans des fours coniques semblables à ceux de la Vieille-Montagne, mais un peu plus grands. On dépense 300 kil. de combustible pour 2.400 kil. de minerai grillé.

J'ai analysé un échantillon de minerai calciné qui m'a donné la composition suivante :

Silice et argile.	0,11	
Oxyde de zinc.	0,50	0,40 libre, provenant du carbonate. 0,10 à l'état de silicate.
Oxdye de fer.	034	
Perte par calcination.	0,02	
	0,97	

On traite depuis longtemps, dans l'usine de Corfali, de la blende compacte fournie par le gîte en assez grande abondance. Cette blende ne

subit d'autre préparation qu'un triage grossier et un cassage en morceaux de moyenne grosseur. On a soin d'écarter tous ceux qui renferment de la galène.

La blende est grillée dans des fours analogues aux fours de calcination qui servent pour la calamine ; on lui fait subir deux grillages successifs qui ne diffèrent entre eux qu'en ce que la blende, déjà grillée une fois, est concassée en morceaux de la grosseur d'une noix. La température du fourneau est le rouge-blanc au centre de la masse. On passe en 24 heures 4.800 kil. de blende, qu'on fait sortir du fourneau en 4 tirages de 1.200 kil. chaque. On dépense 1.200 kil. de houille en 24 heures, soit 300 pour chaque grillage par 1.200 kil. de blende, ou en tout 50 kil. de houille pour 100 de blende grillée.

Le minerai ainsi obtenu est imparfaitement grillé; aussi ne rend-il que 19 à 20 p. 100. Il paraît que dans la même usine on a obtenu des résultats tout différents en suivant un autre procédé de grillage; le minerai, toujours en morceaux, était d'abord grillé dans le fourneau à cuve, puis réduit en poudre et grillé au four à réverbère. Le minerai rendait alors 30 p. 100 de zinc.

Aujourd'hui la blende et la calamine sont, après le grillage ou la calcination, réduites en poudre sous des meules en fonte mises en mouvement par une machine à vapeur. Les deux substances sont ensuite traitées ensemble au four de réduction.

Le minerai grillé et broyé revient moyennement à 30 francs les 1000 kil.

Consistance et production des usines à zinc en Belgique.

Les usines établies en Belgique pour le traitement du zinc sont toutes assez récentes. Elles sont au nombre de six. Quatre d'entre elles appartiennent aujourd'hui à une société, dite Société de la Vieille-Montagne, du nom que porte le gisement de calamine qu'elle exploite.

Société de la Vieille-Montagne.

La concession de ce gisement fut, comme nous l'avons déjà dit, adjugée en 1806 au sieur Dony. Jusqu'à cette époque, le minerai de la Vieille-Montagne n'avait été employé que pour la fabrication du laiton, et les premiers essais de réduction directe furent tentés, par le concessionnaire, dans l'usine existant encore aujourd'hui au faubourg Saint-Léonard, à Liége. En 1813, 1819 et 1824, M. Mosselman acquit successivement de M. Dony, de son associé M. Chaulet, et des héritiers du premier, la concession, les usines, ateliers et dépendances de leur exploitation. Tous les droits de propriété furent transférés, en 1837, à une société anonyme sous la dénomination de Société des mines et fonderies de zinc de la Vieille-Montagne; le fonds social était fixé à 5 millions de francs, et la durée limitée à 18 ans. Cette société possède les usines suivantes :

1° L'usine de Saint-Léonard, la plus ancienne de toutes; elle se compose aujourd'hui de 20 fours de réduction, de 4 fours à cuire les creusets, et 2 fours à briques, de 2 moulins mus par des chevaux, pour le broyage de la calamine qui arrive calcinée, mais encore en morceaux, de la Vieille-Montagne; d'un atelier complet de bri-

queterie et de poterie, avec 2 moulins spéciaux pour le broyage des terres.

2° L'usine de la Vieille-Montagne ou de Moresnet; elle comprend, en dehors de ce qui se rapporte à l'exploitation, 4 fours de calcination, 12 fours de réduction, 2 fours à creusets et 2 fours à briques; 1 moulin mû par une roue hydraulique pour le broyage de la calamine, 1 manége à chevaux pour le broyage des terres réfractaires, et 1 atelier complet pour leur manipulation.

3° L'usine d'Angleur, près Chesné, à 8 kilomètres environ de Liége. Cette usine, qui n'a été construite qu'en 1837, est parfaitement située sur les bords de l'Ourthe, qui se jette dans la Meuse à Liége, et à côté du chemin de fer de Liége à Aix-la-Chapelle. Nous en donnons le plan dans la *fig.* 20. Elle devait se composer de 48 fours de réduction, mais le bâtiment B' n'a pas été construit; elle comprend donc seulement 20 fours de réduction (un des massifs de la fonderie B n'a pas été achevé).

Tout le reste existe tel qu'il est figuré sur le plan. Aussi renverrons-nous à la légende pour la description complète de cette usine, et nous contenterons-nous seulement d'indiquer qu'elle renferme de plus que les deux autres, un train de laminoirs mus par une machine à vapeur, et toutes ses dépendances.

4° L'usine de Tilff, sur les bords de l'Ourthe, à 8 kilomètres au-dessus d'Angleur. Elle comprend 2 trains de laminoirs avec 1 four de refonte et 2 fours pour le réchauffage du zinc. La rivière est navigable jusqu'à l'usine, de sorte que les produits d'Angleur peuvent y arriver par eau,

et après avoir été élaborés, redescendre jusqu'à Liége.

La Société de la Vieille-Montagne possède, en outre, en France, une usine de laminage dans le département de l'Eure.

Le produit annuel des usines de la société est d'environ 4 millions de kilogrammes de zinc brut.

Société de la Nouvelle-Montagne.

La Société de la Nouvelle-Montagne, constituée en 1827, possède à Verviers, où est située la principale exploitation de minerai, un four à réverbère pour la calcination de la calamine; la fonderie est à Prayon, près Chaudfontaine; elle consiste en 4 fours de réduction, 2 fours de calcination, 2 fourneaux, l'un pour la cuisson de la brique, l'autre pour celle des creusets; 1 atelier complet de laminage, comprenant un train de laminoirs mus par une roue hydraulique, 1 four pour la refonte et un autre pour le réchauffage du zinc; enfin, 1 atelier pour le travail des terres réfractaires avec un moulin qui sert pour le broyage du minerai et de l'argile.

L'usine de Prayon ne produit guère que 200.000 k. de zinc par an.

Enfin, une troisième société a établi à Corfali, près Huy, une fonderie de zinc qui se composait autrefois de dix fours de réduction. Il n'y en a plus aujourd'hui que six en activité; mais à côté de l'ancienne fonderie s'en est élevée une autre, où l'on traite la galène dans des fours à réverbère à double sole, tout à fait semblables à ceux d'Albertville en Savoie. Des fourneaux à manche sont établis pour la fonte des crasses. Cette entreprise a été couronnée d'un plein succès. L'usine à zinc

comprend, outre les 6 fours de réduction, 4 fours de calcination pour la calamine et la blende, des fours pour la cuisson des creusets et des briques, 2 moulins, l'un pour le minerai, l'autre pour la terre réfractaire, mus par une même machine à vapeur.

La production en zinc, qui s'élevait autrefois à 800.000 kil. n'est plus aujourd'hui que de 500.000 à 600.000 kil.

Fabrication des creusets et des briques.

Toutes les usines à zinc de la province de Liége fabriquent elles-mêmes leurs creusets et leurs briques. Néanmoins, dans ces derniers temps, on a essayé à Angleur, à Saint-Léonard et à Corfali des creusets provenant de l'établissement Pastor-Bertrand et Cie, à Andennes. Du reste, ces vases ne sont pas compris dans les produits réfractaires que l'usine précitée livre ordinairement au commerce.

Dans tous les cas, la matière première est la même. L'argile plastique employée aujourd'hui dans les différentes usines provient des environs d'Andennes. J'ai déjà donné plus haut quelques détails sur son gisement et son exploitation. Il me reste à décrire les préparations qu'on lui fait subir, et sa mise en œuvre.

Diverses qualités de terre.

Je dirai d'abord quelques mots des diverses qualités de terre réfractaire. Ces qualités sont très-variées. L'argile la plus estimée aujourd'hui est celle de Tahier, à 6 ou 7 kilomètres d'Andennes. On en distingue deux espèces, la grise et la noire. Elle est très-onctueuse au toucher, se coupe facilement au couteau, est très-homogène

et très-liante. Quand elle est cuite, elle conserve une teinte grise plus ou moins foncée, et devient excessivement dure : jamais on n'y aperçoit la moindre trace de fer. Sa composition, d'après M. Coste, ancien préparateur de chimie à l'École des mines, est la suivante :

Silice.	560
Alumine. . . .	260
Magnésie. . .	20
Eau.	140
Sable.	20
	1000

Immédiatement après se place l'argile de Mozet; elle est moins foncée que la précédente, et devient parfaitement blanche par la cuisson; elle est alors très-friable, très-dure, et présente une cassure esquilleuse. Elle renferme souvent du soufre natif en veinules ou en cristaux. M. Coste l'a trouvée composée ainsi qu'il suit :

Silice.	520
Alumine. . .	250
Magnésie. . .	traces.
Eau.	126
Sable. . . .	98
	994

Elle renferme, comme on voit, beaucoup plus de sable que la précédente.

Les argiles qu'on regarde comme étant aujourd'hui de deuxième qualité sont fournies par les exploitations de Maizerouille, de Haltinne et d'Andennes. Elles sont moins onctueuses au toucher et donnent, quand on les coupe, peu ou point de copeaux. Elles se colorent quelquefois après la cuisson, indice de la présence du peroxyde de fer; enfin, elles sont moins réfractaires. Quelques-

unes de ces terres sont notablement sableuses, deviennent très-blanches quand on les cuit, et sont employées pour la fabrication des pipes et des poteries.

Voici deux analyses que je dois également à M. Coste :

	Maizerouille.	Haltinne.
Silice.	460	400
Alumine. . . .	334	250
Magnésie. . .	10	16
Oxyde de fer.	»	4
Eau.	186	150
Sable.	10	180

La terre de Maizerouille, dont je donne l'analyse, était, comme on peut le voir, moins chargée de sable que celle de Tahier; aussi, à l'époque où on l'exploitait, elle était préférée à toutes les autres.

J'ai défini par son gisement la variété d'argile qu'on appelle crawe. Elle ne sert que pour la fabrication des briques réfractaires de deuxième qualité ; elle présente des veinules rougeâtres très-prononcées; souvent même la masse tout entière est colorée par le peroxyde de fer, surtout après la cuisson. J'en ai analysé un échantillon qui était ainsi composé :

Silice.	0,52
Alumine. . .	0,28
Magnésie. . .	traces.
Oxyde de fer.	0,06
Eau.	0,13
Total.	0,99

M. Berthier, dans le Traité des essais par la voie sèche, donne la composition suivante pour une argile des environs d'Andennes :

Silice.	0,520
Alumine. . . .	0,270
Oxyde de fer.	0,020
Eau.	0,190

Cette analyse diffère de celles données plus haut, en ce que le sable n'a pas été dosé séparément, et la magnésie est remplacée par du peroxyde de fer. On peut, toutefois, la regarder comme représentant la composition moyenne des terres réfractaires d'Andennes, et si on la compare à celle des argiles de Forges et de Montereau, donnée ci-dessous, on trouve que les premières renferment moins de silice et sont moins pures que les autres. Il est difficile de reconnaître quelle influence cette différence de composition peut avoir sur les propriétés réfractaires.

	Argile de Forges.	de Montereau.
Silice.	0,650	0,644
Alumine.	0,240	0,246
Oxyde de fer. .	traces.	traces.
Eau.	0,110	0,100
	1,000	0,990

Prix d'achat.

Le prix des argiles d'Andennes varie avec leur qualité. Voici des nombres que j'ai recueillis dans la fabrique de MM. Pastor Bertrand et comp. On paye aux ouvriers 6 fr. par 1.000 kil. de terre extraite prise sur place. L'expérience ayant démontré que l'argile, au sortir de la mine, perd 10 p. 100 par dessiccation spontanée, on exige que les ouvriers fournissent 1.100 kil. Ils doivent, en outre, se fournir d'outils, de bois, pour l'exploitation, etc., etc. Le transport reste à la charge des propriétaires. L'argile est ordinairement amenée sur les bords de la Meuse, où on l'embarque, et les frais sont variables suivant la distance qui sépare

la rivière de l'exploitation. L'usine d'Andennes se charge de fournir les diverses qualités aux prix suivants :

Terres de Tahier et Mozet.	15 fr. les 1000 kil.
— Maizerouille , Haltinne et Andennes.	12,50
— Crawe.	5.

Elles coûtent moins cher aux usines de la Vieille-Montagne ; car les meilleures qualités leur reviennent à 16 fr. les 1.000 kil. rendus à Liége, et à 25 fr. rendus à la Vieille-Montagne. Elles coûtent 17 fr. rendues à Corfali. Les argiles de seconde qualité, employées pour la fabrication des briques par les usines de la Vieille-Montagne, ne sont payées que 9 fr. à Andennes. Du reste, tous les achats se font à l'amiable, et les prix doivent être différents suivant les quantités. Néanmoins, pendant mon séjour à Liége, un marché fut conclu par l'usine à zinc de Stolberg, près d'Aix-la-Chapelle, pour 1 million d'argile de Tahier, à raison de 17 fr. les 1000 kil. rendus sur les bords de la Meuse.

Travail des terres.

L'argile réfractaire est extraite et transportée dans les usines sous forme de pains rectangulaires de $0^m,50$ de long sur $0^m,30$ de large et $0^m,30$ de haut. La première opération qu'on lui fait subir consiste en un nettoyage. On se borne, le plus souvent, à gratter la surface des pains avec un outil en fer. Ce travail est exécuté à la Vieille-Montagne par des femmes ou des enfants qu'on paye de $0^f,75$ à 0,80 par jour. Partout avant d'être employée, l'argile est soumise à une dessiccation plus ou moins prolongée. A Moresnet, cette dessiccation s'effectue par une simple exposition à l'air, sous des hangars ouverts par devant; on est

alors obligé d'avoir de forts approvisionnements de terre ; aussi à Angleur préfère-t-on la dessécher dans les mêmes fours qui servent à la cuisson des briques. On choisit ordinairement le moment où l'on vient de vider le four, et où celui-ci est encore chaud ; on ferme la porte par un mur en pierres sèches, et on ne dépense aucun combustible.

Cette dessiccation préliminaire de la terre a pour but de faciliter la pulvérisation. On concasse d'abord l'argile avec un marteau, puis on la réduit en poudre sous des meules de forme variable, suivant les localités. A Moresnet, on se sert de deux meules verticales en poudingue de $1^m,20$ de diamètre et 0,40 d'épaisseur. Elles sont à des distances inégales de l'axe autour duquel s'effectue la rotation, et tournent autour d'un axe horizontal en fer; celui-ci s'engage dans des moyeux en bois fixés au centre des meules par des coins également en bois. Un cheval, attaché à l'extrémité d'un long bras de levier, met le moulin en mouvement. Un ouvrier ramène constamment la terre sous les meules à l'aide d'une pelle en fer. Ce moulin emploie deux enfants pour casser la terre à 50 centimes par jour de 12 heures, et un ouvrier à $1^f,50$; il peut broyer 6 à 7 mille kilogrammes d'argile par 12 heures. En sortant du moulin, la terre broyée est portée sur un tamis consistant en un cadre légèrement incliné, recouvert en partie d'une toile métallique de $1^m,20$ sur $0^m,70$. Les mailles ont 4 millimètres d'écartement. Un arbre, muni d'une came et mis en mouvement par un enfant, soulève la partie antérieure du cadre, et la fait alternativement monter et descendre. On sépare ainsi la poussière des plus gros morceaux,

qu'on reporte au moulin. Le service exige deux enfants payés de 0f,60 à 0f,70 par jour.

A Angleur, la terre est broyée par trois cylindres mus par une machine à vapeur, et tombe immédiatement sur un crible que fait marcher la même machine. Les cylindres sont disposés de telle manière, que la terre est broyée deux fois avant d'arriver sur le crible.

A Corfali et à Prayon, la terre est réduite en poudre par les mêmes meules qui servent à broyer le minerai.

A Andennes, le système de mouture est excessivement compliqué. Les terres à broyer sont amenées à la partie inférieure d'un bâtiment composé de trois étages. Elles sont élevées par une noria jusqu'au sommet de l'édifice, et tombent sur une première paire de cylindres en fonte. Au sortir de celle-ci, elles se partagent pour venir passer entre deux paires de cylindres situées au second étage. Un tamis sépare les parties les plus grosses qui sont remontées au-dessus par de petites norias; les plus fines arrivent au premier étage, où sont encore disposées deux paires de cylindres et deux cribles correspondants. La terre subit donc, au moins, trois broyages successifs; les plus gros fragments qui entrent dans la pâte ont 3 millimètres de côté.

Pour la fabrication des creusets, on réduit la terre en poudre plus fine entre deux meules horizontales en pierre, et on les tamise dans un crible cylindrique incliné; on obtient ainsi une véritable farine.

Tous ces appareils sont mis en mouvement par une machine à vapeur de 45 chevaux, qui fait, en outre, marcher 7 pétrissoirs, 2 chaînes éléva-

toires pour porter les briques du premier étage, où elles sont fabriquées, au deuxième et troisième, où on les sèche, et 2 moulins à vernis.

On réduit toujours la terre crue en poudre; quant à la terre cuite, elle doit nécessairement être employée en poussière, mais on peut la broyer avant ou après la cuisson. A Moresnet, toute la terre est broyée crue; celle qui doit être cuite est mise dans des cazettes cylindriques faites avec de l'argile réfractaire : celles-ci étaient autrefois à base elliptique, mais après deux ou trois cuissons, elles se fendaient aux extrémités du petit axe : on les fait aujourd'hui circulaires. Elles ont $0^m,3$ de profondeur, 0,3 de diamètre intérieur et 0,015 d'épaisseur. Leur fond est percé d'une ouverture de $0^m,08$ de diamètre, qu'on ferme avec une plaque d'argile cuite. La pâte de ces cazettes est la même que celle des creusets et des briques; on les empile les unes au-dessus des autres dans un four à briques, de forme et de dimension données plus loin. La cuisson dure de 24 à 36 heures, suivant que le four était déjà chauffé ou froid. A Corfali, on cuit également la terre en poudre dans des cazettes. Il n'en est pas de même à Angleur et à Saint-Léonard, à Prayon et à Andennes; la terre est cuite en morceaux empilés dans le four. Les dimensions de celui-ci ont, à Angleur, 2 mètres sur $1^m,50$ à la base et 2 mètres de haut. La voûte, qui est cylindrique, est percée d'un ouvreau carré de $0^m,33$ de côté. A Pragon, ils contiennent 6.500 kil. de terre ou de briques. Dans les deux usines, la cuisson dure 36 heures; dans la seconde, on emploie par opération 2.400 kil. de charbon. A Andennes, les fours sont des cylindres verticaux terminés par une calotte sphérique, avec che-

minée au centre. Ils ont 3 mètres de diamètre sur 5 mètres de hauteur. La calcination dure 72 heures pour 30.000 kil. de terre, et on emploie 60.000 kil. de houille grasse.

La terre cuite est réduite en poudre par les mêmes appareils que la terre crue desséchée. Ceux-ci servent également à broyer les débris de creusets, de briques ou de cazettes, qui doivent entrer dans la pâte.

Le mélange des divers ingrédients se fait avec de petits bacs rectangulaires contenant environ un pied cube. Les proportions adoptées sont variables suivant les usines.

A la Vieille-Montagne, sur 12 parties en volume, il y en a 6 de terre fraîche et 6 de ciment ou mélange de terre cuite et débris de creusets; ces derniers entrent, au plus, pour un quart dans la pâte; la proportion varie, du reste, suivant la quantité qu'on en possède. On aurait donc environ 4 1/2 parties de terre cuite et 1 1/2 débris de creusets. A Angleur, les proportions sont les mêmes. A Saint-Léonard, on ne prend que 5 de terre crue et 7 de terre cuite, dans lesquelles on fait entrer autant de débris de creusets que possible.

A Andennes, on met 9 parties de terre cuite, dans lesquelles 6 sont réduites en farine, et 3 seulement en poudre; on ajoute trois parties de terre crue; jamais on n'introduit de débris de vieux creusets.

A Corfali, il y a 3 parties de terre fraîche et 6 de terre cuite, consistant en 2 de terre fraîchement cuite, 2 de débris de creusets et 2 de débris de cazettes. A Prayon, on emploie 4 de terre crue, 4 de terre cuite et 4 de vieux creusets. Pour

les briques, les proportions sont les mêmes; seulement, pour des qualités inférieures, la nature de la terre réfractaire n'est pas la même. A Andennes, on fait entrer de vieux débris dans les briques de seconde qualité; les proportions sont alors 1/3 de terre fraîche, 1/3 de terre cuite, 1/3 débris de vieilles briques.

Pendant mon séjour en Belgique, on a essayé à Angleur des creusets qui présentaient la composition suivante : terre crue 12 vol., cuite 6, coke 4.

Ils ont été cuits 20 jours après la fabrication, et ont donné de bons résultats.

Les débris de creusets et de briques introduits dans la pâte, ne sont pas partout les mêmes. Dans quelques usines, on préfère ceux qui sont noircis par les matières étrangères dont ils sont imbibés; dans d'autres, on rejette ceux-ci, et on ne prend que les morceaux restés blancs. Ailleurs enfin, on emploie indifféremment les uns et les autres.

Pétrissage des terres.

Le pétrissage des terres se fait sans machines ou à l'aide de celles-ci. Dans le premier cas, on fait, avec le mélange tout préparé, un mur circulaire sur un plancher bien propre. On verse de l'eau au milieu, et on y fait tomber successivement la terre qu'on retourne avec la pelle, et qu'on marche plusieurs fois, de manière à obtenir un mélange aussi intime que possible. Ce système est suivi à Saint-Léonard, à Corfali et à Prayon. A Angleur, à la Vieille-Montagne et Andennes, on emploie, pour accélérer l'opération, des pétrissoirs mécaniques. Il y en a un dans chacune des deux premières usines, et sept dans la dernière. Ce sont des cylindres en fonte de 2m,30 de haut sur 0m,90 de diamètre. Ils sont ou-

verts à leur partie supérieure et traversés par un arbre vertical, armé de 8 palettes en hélice. Le fond inférieur est percé au moins de deux ouvertures, dont l'une sert au passage de l'axe. Celui-ci est mis en mouvement par une roue hydraulique ou une machine à vapeur.

La pâte est chargée à la partie supérieure, et l'ouvrier l'arrose avec une quantité convenable d'eau qu'il puise dans un réservoir latéral. Les palettes agitent la terre et la forcent à sortir par les ouvertures pratiquées au fond du cylindre. Un ouvrier la prend à mesure qu'elle se présente, en brisant la colonne qui s'allonge constamment, de manière à obtenir des pains rectangulaires qu'il enduit de terre cuite, et pose sur la brouette destinée à les porter à l'atelier où ils doivent être élaborés.

A Andennes, on calcule que la terre, mise au sommet, est 3 heures avant de sortir du pétrissoir. A Angleur, la terre, mise en mottes par l'ouvrier, est immédiatement placée sur un plan incliné qui l'amène dans les caves où on l'a fait pourrir. Quand la pâte est bien faite, elle doit avoir une consistance moyenne, et mouiller le pouce quand il la comprime légèrement.

Les avis sont partagés sur l'utilité du pourrissage. Dans les usines de la Vieille-Montagne, on le regarde comme indispensable; il s'effectue dans des caves fraîches et humides, et on pense qu'il est d'autant plus avantageux, que sa durée est plus longue. Celle-ci varie du reste de 10 jours à 1 an, suivant les besoins de l'usine. A Corfali, Prayon et Andennes, on se dispense complétement de cette opération, du reste fort simple; quand elle est terminée, la terre, jusque-là con-

servée en tas considérable, est étendue sur une épaisseur de 10 à 15 centimètres. On l'arrose pour lui rendre une partie de l'eau qu'elle a perdue par évaporation, et on la marche pendant un temps variable de 6 à 12 heures. A Moresnet, le marchage est répété trois fois.

Au moment d'être employée, l'argile doit avoir une consistance telle qu'elle s'allonge sans se briser, et ne mouille plus le doigt quand on la comprime. A Prayon, on l'emploie à un état d'humidité plus grand que partout ailleurs. C'est du reste une circonstance qui varie avec chaque ouvrier.

Fabrication des creusets.

L'argile, prête à être employée, est apportée dans l'atelier de fabrication, qui est constamment entretenu à une température de 20° environ.

Elle est placée devant chaque ouvrier sur une table en bois. Le potier en prend un bloc qu'il façonne sous la forme d'un cylindre vertical, ayant environ 3 décimètres de haut et 12 centimètres de large. Il le saupoudre de terre cuite sur le fond et sur les côtés, puis le place sur le sol. Il l'entoure alors de deux segments demi-cylindriques en fonte (*fig.* 21, 22, 23) de 0,22 de diamètre, qu'il serre à l'aide d'un cercle en fer (*fig.* 24, 25, 26) de 2 centimètres d'épaisseur et 6 de large. Ce cercle est formé de deux parties s'ouvrant à charnière et se réunissant à l'aide d'un tenon et d'une clavette qu'on enfonce avec un marteau en fer. Les deux demi-cylindres forment la partie inférieure d'un moule composé de six segments pareils s'emboîtant les uns sur les autres. Un moule entier de creuset a donc la forme d'un cylindre vertical de $1^m,11$ de haut sur $0^m,22$ de diamètre intérieur.

A Saint-Léonard, on emploie, au lieu de moules en fontes des moules en bois s'ouvrant à charnière ; il sont alors formés de deux cylindres superposés de 0^{m},56 de haut, réunis sur toute leur longueur par des barres de fer passant à travers des oreilles adaptées sur chacun d'eux. Cette disposition a pour but d'empêcher les deux cylindres de tourner l'un sur l'autre, inconvénient que présentent les moules en fonte. On peut, du reste, l'éviter, en pratiquant dans la moulure des segments inférieurs une petite mortaise où vient se nicher un tenon faisant partie du segment supérieur. Dans tous les cas, les moules sont préalablement placés à côté de l'ouvrier, après avoir été saupoudrés de terre cuite.

Lorsque le cylindre d'argile a été, comme je l'ai dit plus haut, entouré de deux segments inférieurs, l'ouvrier prend un tampon en bois (*fig.* 32) qu'il plonge dans l'eau, et avec lequel il frappe au centre du bloc d'argile. Il refoule celle-ci vers les parois du moule de manière à traverser complétement la masse. Quand le bas de l'instrument a frappé le plancher, il le retire, fait un bloc arrondi avec de nouvelle pâte, et le projette avec force dans la cavité qu'il vient de pratiquer. Ce bloc est destiné à former le fond du creuset. Pour terminer le cylindre qu'il vient de dégrossir, l'ouvrier emploie un alésoir consistant en une planche en bois de 0^{m},02 d'épaisseur sur 0^{m},16 de large et 0^{m},50 de long ; elle est garnie sur la tranche d'une bande de feuillard de 2 millimètres d'épaisseur, et munie d'un manche horizontal de 0^{m},60 (*fig.* 33).

A la Vieille-Montagne, on emploie, pour cette première opération, un alésoir qui ne sert pas

pour les segments supérieurs, et qui n'a que 0,40 de long. On trempe l'outil dans l'eau ; on l'introduit au milieu du vide formé par le tampon, et on lui fait faire deux ou trois tours sur lui-même ; il doit être tenu bien vertical, concentriquement au moule, et ne pas être trop enfoncé, de manière que le fond du creuset conserve une épaisseur de 4 à 5 centimètres. L'argile s'attache aux côtés de l'alésoir, l'ouvrier l'arrache avec ses mains et la jette sur sa table; il gratte également avec ses ongles une partie du bourrelet saillant au-dessus du moule, et ne lui laisse environ que 2 centimètres de hauteur; enfin, il polit l'intérieur de cette première partie du creuset avec une feuille de zinc recourbée, qu'il mouille et qu'il promène verticalement de bas en haut sur toute la circonférence.

Pour fabriquer la deuxième partie du creuset, l'ouvrier roule sur sa table un bloc d'argile dont il forme un saucisson de 1 mètre à 1^{m},50 de long. Il applique l'une de ses extrémités sur le haut de la partie déjà faite, et le tourne en hélice de droite à gauche, en le pressant avec la main. Son pouce, situé en dehors, pratique, à la jonction de deux spires successives, une série de sillons d'une longueur égale à celle du doigt, et d'une faible profondeur. On élève ainsi une paroi grossièrement cylindrique, d'environ 0^{m},40 de hauteur; la surface extérieure est alors très-rugueuse; l'ouvrier commence par la polir un peu avec la main, qu'il promène verticalement de bas en haut; il place ensuite le deuxième et le troisième segments avec le cercle en fer qui les réunit, et applique la terre contre le moule à l'aide de la main, qu'il introduit dans l'intérieur. Il rend cette application

plus parfaite, en frappant sur toute la circonférence et sur toute la hauteur intérieure du cylindre qu'il vient de façonner, avec un petit tampon en bois de 0,08 de diamètre et 0,25 de long, muni d'un manche de 0,20 (*fig.* 34). Après cette opération, il emploie l'alésoir, enlève, comme dans le premier cas, avec ses doigts, le bourrelet saillant formé à la partie supérieure, et lisse intérieurement avec la feuille de zinc mouillée. La troisième partie du creuset se fait de la même manière ; seulement, on ne laisse plus de bourrelet saillant au sommet, et à l'aide d'un petit saucisson d'argile d'une longueur égale à la demi-circonférence du cylindre, on fait ce qu'on appelle la gueule, qui est entièrement saillante en dehors du moule; elle a environ 6 centimètres de haut, se termine par un biseau légèrement arrondi (*fig.* 27 et 28), et présente, dans son raccordement avec le creuset, une paroi plus épaisse, légèrement oblique aux arêtes du cylindre. On lisse enfin avec la main et un couteau à deux tranchants la partie supérieure du creuset, et celui-ci est terminé. Dans l'usine de Corfali, on ne fait pas de gueule.

Dimensions des creusets. Les dimensions des creusets sont à peu près les mêmes partout. Dans les usines de la Vieille-Montagne, excepté celle de Saint-Léonard, ils ont après la cuisson 15 centimètres de diamètre intérieur; la paroi a 3 centimètres d'épaisseur. Quant à la longueur, elle varie à cause de l'inégalité du retrait de $1^m,05$ à $1^m,10$. Lorsqu'ils sortent du moule, ils ont une longueur de $1^m,11$, non compris la gueule. A Prayon, ils sont un peu coniques, ont 5 pouces 3/4 ($0^m,196$) de diamètre à la gueule, 5 pouces 1/2 ($0^m,161$) au fond, et 3 centimètres d'épaisseur. A Angleur, à Moresnet

et à Corfali les creusets des trois rangées inférieures ont $0^m,04$ d'épaisseur de paroi. A Pragon, ils ont 1/2 pouce ($0^m,0147$) de plus pour le diamètre intérieur. Enfin, à Saint-Léonard, on donne plus d'épaisseur à la portion du creuset, qui doit être placée au-dessous, qu'à tout le reste du cylindre. Un creuset ordinaire pèse 36 kilogrammes après la cuisson.

Dessiccation des creusets.

Pour transporter le creuset dans la portion de l'atelier où doit commencer la dessiccation, on le laisse enfermé dans son moule, et on le roule sur la circonférence inférieure en l'inclinant légèrement. Lorsqu'il est en place, on enlève les cercles en fer qui réunissaient les divers segments, et on les emporte pour fabriquer un deuxième creuset Chaque ouvrier n'a que trois moules, de sorte qu'après avoir fabriqué deux autres creusets, il est forcé de dégarnir le premier. Il le soutient alors par trois tiges en fer ou en bois, qui se piquent dans le plancher, et qui embrassent le creuset, à peu près au tiers du troisième segment, par des arcs de cercle (*fig.* 35). Un creuset reste ainsi dans l'atelier pendant 8 à 10 jours, souvent il se courbe du côté où est situé le foyer de chauffage; on le redresse en le retournant. Quand il est assez sec pour se tenir droit de lui-même, l'ouvrier le polit extérieurement avec la main mouillée et une petite raclette. Chaque ouvrier marque sur la tranche les creusets qu'il fabrique par un chiffre qui lui est propre. A Angleur, on désigne en outre la date de la fabrication par un chiffre et un ou plusieurs traits horizontaux marquant la décade et le jour de celle-ci où il a été fabriqué.

Au sortir de l'atelier, les creusets sont portés dans des séchoirs consistant en de vastes cham-

bres percées d'ouvertures au sommet pour laisser sortir l'humidité. Ordinairement, à $0^m,60$ au-dessus du sol de la chambre, est disposé un grillage formé de planches en bois assez rapprochées, et sur lequel les creusets sont placés verticalement à côté les uns des autres. Au-dessous de ce grillage sont disposés les appareils calorifiques. A Moresnet, ils consistent simplement en deux poëles chauffés à la houille, et dont les tuyaux, de $0^m,3$ de diamètre, s'étendent sur toute la longueur de l'étuve. A Angleur, celle-ci est chauffée par la vapeur sortant de la machine qui sert à faire marcher le moulin et le pétrissoir.

Dans ces usines, il y a deux séchoirs, l'un à 30° Réaumur, où les creusets restent environ 8 jours; l'autre à 40°, où on les fait séjourner le plus longtemps possible, moyennement de 15 jours à 2 mois. A Angleur, ces séchoirs sont disposés au-dessous de l'atelier, et on y fait descendre les creusets par une trappe et un petit plan incliné. A Corfali, la température du séchoir n'est guère que 20°. Elle est encore moindre à Prayon, où la dessiccation se fait dans l'atelier même; enfin, à Andennes, cette dessiccation s'opère à une température peu supérieure à la température ordinaire; elle dure deux mois. C'est à l'usine de Prayon que la cuisson des creusets s'effectue, dans le plus court délai, après leur fabrication. Au bout de 12 jours, on les regarde comme bons à être employés.

Prix de la main-d'œuvre.

Je décrirai la cuisson et la forme des fours où elle s'effectue, quand j'aurai fait connaître la forme et la construction des fours à zinc. Les ouvriers mouleurs sont payés $1^f,50$ par jour à Moresnet. Ils font moyennement 15 creusets pour ce

prix, et doivent en outre porter les creusets au séchoir, et de là au four de cuisson. À Angleur, quelques ouvriers font jusqu'à 20 creusets par jour; leur paye est alors plus élevée. Dans les deux usines, la main d'œuvre est estimée à 10 centimes par creuset. A Saint-Léonard, les ouvriers font, avec les moules en bois, 30 creusets par jour. Ils doivent alors être meilleurs, et c'est ce que semblent indiquer les résultats que je donnerai plus loin; à Prayon, la main-d'œuvre d'un creuset est portée à 15 centimes.

On estime, à la Vieille-Montagne, qu'un creuset tout fabriqué revient à 2 fr. avant d'être cuit. A Angleur, on ne l'évalue qu'à 1f,75. Enfin, à Corfali, le prix est plus élevé. L'usine d'Andennes livre au commerce des creusets à 10 francs les 100 kil., soit 3,60 un creuset tout cuit.

Défauts des creusets.

Les défauts que peuvent présenter les creusets sont de plusieurs espèces. Les uns sont dus à une mauvaise fabrication. Telles sont les soufflures dues aux bulles d'air que l'ouvrier n'a pas expulsées avec assez de soin. Quelquefois encore, il arrive que le fond du creuset n'est pas bien adhérent aux parois cylindriques. Le mode de fabrication que j'ai décrit laisse, en effet, concevoir qu'il peut quelquefois en être ainsi. A Corfaly, ce défaut est moins fréquent, parce que le segment inférieur est fabriqué comme les deux autres; dans cette usine, après avoir façonné une galette qui doit former le fond. et avoir disposé sur toute sa circonférence un bourrelet saillant, l'ouvrier applique immédiatement des saucissons en hélice jusqu'au sommet du premier segment; en général, il faut, pour qu'un creuset soit bon, que l'ouvrier, en le confectionnant, ait soin d'exercer

la même pression sur toutes les parois, sans quoi il en résulte une compacité inégale, et par suite, une différence de retrait qui occasionne des fissures. Les moules en fonte, non reliés entre eux, paraissent présenter un inconvénient assez grave. Quand l'ouvrier roule le creuset pour le porter à l'endroit où doit commencer la dessiccation, il peut arriver que les divers segments du moule glissent les uns sur les autres; la pâte, encore humide, qui est toujours un peu adhérente à la fonte, éprouve alors des torsions, et à la cuisson, le creuset se brise au point de contact des segments dont il a été formé (1). Quand une fente ou un défaut quelconque se manifeste dans un creuset pendant la dessiccation, une retenue est faite sur la paye de l'ouvrier qui l'a fabriqué; aussi ceux-ci ont-ils intérêt à cacher, autant que possible, ces défauts, ce qu'il leur est facile de faire en lissant la surface. Il en résulte pour l'usine une perte plus grande, puisque ces mêmes défauts ne reparaissent qu'après la cuisson, et souvent même qu'après l'introduction du creuset dans le four à zinc.

Fabrication des tubes en terre.

Avec la même pâte qui sert à la fabrication des creusets, on fait des allonges en terre destinées à remplacer, dans certaines circonstances, les tubes en fonte qui servent à recueillir le zinc. Les allonges sont formées d'une partie cylindrique et d'une partie conique; elles n'ont que $0^m,01$ d'é-

---

(1) La même adhérence de la pâtè avec le moule, conduit à admettre qu'il faut immédiatement séparer le creuset du moule après la fabrication; car le retrait qui accompagne le commencement de dessiccation, tend à déchirer la paroi au point de jonction des différents segments.

paisseur ; on commence par mouler, sur une planche garnie de deux tringles divergentes (*fig.* 36), une plaque d'argile de forme trapézoïdale ; on l'enroule ensuite sur un manchon entièrement conique (*fig.* 37), puis on découpe, à partir de la plus grande base, de petites languettes triangulaires ; on enlève le mandrin, et on rapproche les dentelures obtenues précédemment ; la portion la plus large du cône se transforme ainsi en une portion cylindrique ; souvent même il y a un renflement très-marqué à la jonction du cône et du cylindre (*fig.* 29).

Fabrication des briques.

J'ai déjà fait connaître la composition de la pâte qui sert à faire les briques réfractaires. Le pétrissage et les opérations qu'on lui fait subir sont identiquement les mêmes que pour les creusets. Quant au moulage, il varie avec les dimensions des briques. Pour les plus petites, on se sert de cadres en bois ordinaires. Pour les grosses, on emploie des moules de plusieurs pièces, qu'on peut désassembler, et l'ouvrier fait sa brique à plusieurs reprises. Il jette dans le moule un premier bloc de terre qu'il introduit dans tous les vides, puis en ajoute un deuxième qu'il mêle avec le premier, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la brique soit terminée. On porte la brique avec son moule dans la place même où on veut la sécher, et on la démoule après un temps plus ou moins long, suivant sa forme.

La dessiccation des briques se fait dans des étuves, comme celle des creusets, et leur cuisson a lieu dans des fours que je décrirai plus loin. Dans toutes les usines à zinc, elle dure environ 36 heures, mais varie un peu avec la grosseur des pièces. A Prayon, un four, contenant 6.500 kil., consomme,

pendant ce temps, 2.400 de charbon. A Andennes, l'opération dure 72 heures; elle est effectuée sur 30.000 kil. à la fois, et consomme 8.000 kil. de charbon.

Le retrait des briques et des creusets est un peu variable, suivant la dimension des pièces; on l'évalue à $\frac{1}{17}$ environ.

(La suite au numéro prochain.)

MÉMOIRE

Sur la fabrication du zinc en Belgique.

Par M. PIOT, aspirant-ingénieur des mines;

et M. MURAILHE, ancien élève de l'École des mines.

(SUITE.)

De la forme et de la construction des fourneaux employés dans la province de Liége.

J'ai déjà décrit les fours de calcination employés dans les usines à zinc. Il me reste à parler des fours de réduction et de ceux qui servent à la cuisson des briques et des creusets.

Fourneaux de réduction. Les fourneaux de réduction ne sont pas les mêmes dans toutes les usines. Je donnerai plus de détails sur ceux qu'emploie la compagnie de la Vieille-Montagne, et je signalerai les différences présentées par les fours de Prayon et de Corfali.

Leur forme. Dans les usines de Moresnet, d'Angleur et de Saint-Léonard, les fours sont toujours accolés quatre à quatre. Le massif présente une base rectangulaire de 5^m,90 sur 3^m,50; le sommet, également rectangulaire, n'a que 5^m,40 sur 3^m,20.

La forme générale d'un four est celle d'un berceau cylindrique de 1^m,87 d'ouverture. Il est porté sur deux pieds-droits tels, que la distance de la sole à la clef de la voûte est de 2^m,60. La partie postérieure est fermée à son fond par un mur incliné vers l'arrière, tandis que la partie antérieure est complétement ouverte. La première présente 8 banquettes saillantes sur lesquelles vient reposer le fond des creusets, tandis qu'en avant sont dis-

posées 8 assises de briques d'une forme particulière appelées chapeaux de prêtre, et 8 plaques de fonte nommées taques, destinées à recevoir la partie antérieure des mêmes creusets. Au sommet de la voûte s'ouvrent deux carneaux qui vont déboucher dans une cheminée placée au centre du massif; celle-ci sert pour 4 fours, et est divisée en 4 compartiments munis chacun d'un registre particulier. Au-dessous de la sole sur laquelle reposent les premiers creusets, se trouve un foyer séparé de celle-ci par une voûte percée de 4 ouvraux. Enfin, le four se termine inférieurement par un cendrier d'une disposition particulière. En décrivant la manière dont on construit un massif de 4 fours, je vais entrer dans de plus grands détails sur les différentes parties et accessoires.

Leur construction.

Quand on a déterminé l'emplacement d'un massif, on commence par faire une excavation rectangulaire dont la profondeur varie avec la nature du sol sur lequel on veut établir les fondations. Elle doit toutefois être assez grande pour que celles-ci soient un peu inférieures au fond du cendrier. Dans les *fig.* 44 à 56 elle est environ de 3 mètres; on élève alors un massif de 3 mètres de haut, dont un quart est représenté *fig.* 51. Les briques qui entrent dans la composition de ce massif sont réfractaires, mais de seconde qualité. Leurs dimensions sont assez indifférentes; néanmoins on préfère employer dans les angles de grandes briques ayant $0^m,50$ de long sur $0^m,25$ de large et $0^m,25$ de haut. Pour le reste, on se sert souvent de briques provenant de la démolition d'anciens fours. Quatre vides longitudinaux sont ménagés dans le massif, et doivent former les cendriers des quatre fours. A leur partie posté-

rieure sont établies deux galeries recouvertes par une voûte cylindrique. A Moresnet cette voûte est horizontale; à Angleur elle est inclinée comme le sol de la galerie; à Saint-Léonard elle est complétement supprimée. On la construit avec des briques taillées en voussoirs de $0^m,25$ sur $0^m,25$ et $0^m,10$ d'épaisseur maximum; elles n'ont pas besoin d'être réfractaires. Le plan incliné qui forme la base de la galerie est également en briques ordinaires. A partir du niveau de la grille (*fig*. 50), on n'emploie plus que des briques réfractaires. On élève alors simultanément le mur qui doit diviser le massif dans le sens de sa longueur et les pieds-droits des voûtes. Le premier est tout entier en briques de $0^m,25$ de long sur $0^m,25$ de large et $0^m,10$ à $0^m,12$ d'épaisseur, sauf le parement extérieur qu'on fait en briques de $0^m,50$ de long sur $0^m,25$ de large et $0^m,25$ d'épaisseur. Les portions de ce mur, qui doivent servir de fond aux quatre fours et sur lesquelles s'appuient les creusets, sont construites en briques de forme particulière qu'on place après coup, en les engageant dans le reste de la maçonnerie. Elles présentent des gradins formés de trois rangs de briques. Dans les deux rangs inférieurs, elles ont $0^m,50$ de long sur $0^m,25$ de large et $0^m,11$ d'épaisseur. La troisième rangée est composée de petites briques appelées *huflets*, qui n'ont que $0^m,25$ de long sur $0^m,15$ de large et $0^m,06$ d'épaisseur. Les deux assises supérieures sont taillées en biseau et placées de manière à présenter sur le fond une saillie de $0^m,08$. Le premier gradin est plus saillant et n'est pas construit de même; il est formé par un cordon uniquement composé de briques rectangulaires et soutenu par trois briques verticales; enfin il a $0^m,33$ de hauteur, tandis que

les autres n'ont que 0m,28. Les pieds-droits des voûtes sont composés de deux parties. Sur le devant sont des piliers rectangulaires formés de briques qui ont en bas 0m,56 de long sur 0m,45 de large et 0m,25 d'épaisseur. Ces dimensions vont en décroissant jusqu'au sommet. Les briques employées ont la forme rectangulaire, mais les maçons les façonnent à l'aide d'un marteau à deux tranchants perpendiculaires entre eux. Les faces tournées vers l'extérieur des fours reçoivent alors une légère inclinaison et ceux-ci prennent la forme d'un tronc de pyramide seulement à partir de 0m,30 au-dessus du sol.

Le devant de chaque four sur toute la hauteur comprise entre la grille et la sole est en briques de 0m,50 de long sur 0m,25 de large et 0m,25 d'épaisseur.

L'intervalle compris entre le pilier et le mur de refend est fermé dans la partie qui correspond au foyer par des briques réfractaires d'une forme particulière que je décrirai plus loin. Celles-ci sont en retrait de 0m,15 à 0m,20 sur le parement principal. Aussi, pour supporter la paroi qui vient au-dessus, est-on obligé d'encastrer par ses deux extrémités une barre de fer de 0m,15 de large sur 0m,03 d'épaisseur, qui s'étend sur toute la largeur du massif. C'est sur cette barre de fer et sur le mur antérieur du foyer que s'appuie la portion de pied-droit comprise entre le pilier et le mur de refend; elle est construite en briques qui ont tantôt 0m,25, tantôt 0m,12 d'épaisseur, sur 0m,50 de long et 0m,25 de large. Dans tous les cas, la face de ce pied-droit, qui est tournée vers l'intérieur du four, doit être dans le même plan vertical que la face du pilier; en d'autres termes,

l'écartement des pieds-droits doit être partout de 1m,87. On ménage dans le pied-droit une arcade qu'on ferme après coup, et dont le cintre est formé tantôt avec de petits voussoirs de 0m25 sur 0m,1 d'épaisseur, tantôt d'un seul voussoir demi-circulaire, ou de deux voussoirs constituant chacun la moitié de la voûte.

L'épaisseur totale des pieds-droits à la naissance des grands berceaux est d'environ 0m,50. La voûte s'appuie sur la moitié de cette épaisseur, et le vide qui reste entre l'extrados et les parements latéraux du massif est rempli en briques de forme quelconque. Quant à la voûte, elle est construite en briques de 0,25 de long sur 0,26 de large et 0,01 d'épaisseur à la petite base. Dans cette voûte sont ménagés, à une hauteur de 0m,80 au-dessus de la sole du four, deux ouvreaux carrés de 0m,24 de côté. Les rampants auxquels ils servent d'ouverture se dirigent normalement à la voûte, puis deviennent verticaux; la maçonnerie qui les entoure et qui recouvre le berceau est en briques de dimensions variables; en général, elles sont très-grandes.

Le plan supérieur d'un massif est donc percé de 8 ouvertures ayant chacune 0m,24 de côté. Elles sont surmontées d'un conduit vertical en briques réfractaires, présentant sur le devant une ouverture rectangulaire de 0,68 sur 0,40. Au-dessus vient un conduit incliné dont la paroi supérieure est supportée par un bloc de fonte de 0,80 de long sur 0,26 de large et 0,12 d'épaisseur. La communication existant au-dessous de ce bloc, entre le rampant et l'air extérieur, est fermée par une seule brique, au haut de laquelle on ménage une petite ouverture par laquelle passe constamment un courant d'air destiné à rafraîchir la plaque

de fonte. Les rampants aboutissent dans la cheminée à des hauteurs différentes. Ceux qui sont accolés au centre du massif n'ont que 1^{m},07 au-dessus du plan supérieur des fourneaux. Les conduits extrêmes n'ont que 2^{m},12 de hauteur verticale.

La cheminée est légèrement pyramidale, et présente extérieurement une section carrée de 1^{m},67 de côté à la base et 1^{m},30 au sommet. L'intérieur est divisé en quatre compartiments de 0^{m},40 à la base, munis chacun d'un registre à leur partie supérieure; les chaînes de ces registres descendent près du foyer à la portée des chauffeurs. La hauteur de la cheminée, au-dessus du plan supérieur du massif, est de 8 mètres. Elle est, ainsi que les rampants, construite en briques réfractaires à l'intérieur, mais les briques étant alternativement disposées en panneresses et en boutisses, il en résulte qu'on peut, dans le parement extérieur, introduire, en briques ordinaires, 1/3 de tout ce qui sert pour les rampants ou la cheminée.

Ces cheminées ont un inconvénient assez grave; c'est qu'après un certain temps, il s'établit des communications entre les différents compartiments, et le tirage est dérangé.

Au-dessus des massifs sont construits des hottes destinées à réunir les vapeurs de zinc. Ces hottes, en tôle, viennent à 1 mètre en avant de la paroi extérieure des fours, et sont simplement soutenues par des barres de fer. Au sommet, la hotte se termine par une petite cheminée en torchis qui entoure la cheminée des fours sur une faible hauteur. A Angleur et à Saint-Léonard, l'administration des mines a exigé qu'on condensât les vapeurs de zinc. A cet effet, on a établi sur le sommet de chaque massif des chambres dont les

ouvertures sont placées aux deux extrémités de la hotte; et dont le centre est surmonté d'une cheminée en zinc de 5 à 6 mètres de haut. Ces appareils sont; dit-on, sans aucune efficacité.

On a cherché à empêcher, autant que possible, les dérangements que l'action de la chaleur pourrait apporter dans la stabilité du massif. Pour cela, on construit sur chacune des grandes faces, entre les deux fours, un contre-fort en briques non réfractaires, qui s'élève un peu au-dessus de la naissance des voûtes, et a $0^m,70$ de saillie à la base et $0^m,50$ de large. En outre, le massif est garni sur chacune de ses faces d'armatures en fer reliées entre elles, comme l'indique le dessin.

Je passe maintenant à la construction du foyer.

Construction du foyer.

Cette portion des fours de réduction est, sans contredit, la plus délicate, et celle qui a le plus souvent besoin de réparations. L'assise supérieure du cendrier, étant formée de briques réfractaires de première qualité, on y fait reposer trois barreaux en fonte de $0^m,01$ carré, qui sont ensuite engagés dans une assise en briques réfractaires de même épaisseur. Les briques font saillie au-dessus du cendrier, de manière à réduire la largeur du foyer à $0^m,45$. Au-dessus de cette assise en viennent deux autres composées chacune de briques ayant $0^m,12$ de hauteur, et présentant à la partie supérieure un angle dièdre aigu, dont le sommet est tourné vers l'intérieur du foyer. Le fond de celui-ci est formé de briques réfractaires présentant une paroi inclinée comme l'indique le dessin. Le talus est fait après coup, et repose sur une barre en fonte contre laquelle vient s'appuyer la grille. Dans plusieurs fourneaux, et notamment dans ceux que nous avons dessinés, à la partie anté-

rieure du foyer, se trouvent deux plaques de fonte qui sont engagées dans la maçonnerie et recouvrent le premier barreau transversal.

La quatrième assise a la même forme que les deux précédentes, mais les briques n'ont plus que 0,49 de long, et sont séparées par un intervalle égal à l'ouverture des canaux par lesquels se rend la flamme du foyer dans le four. Les intervalles, qui ne doivent pas rester vides sont remplis avec de plus petites briques. La cinquième assise se compose de voussoirs formant saillie dans le foyer et supportant la clef de la voûte, qui consiste elle-même en une seule brique de forme et dimensions données dans le dessin. Au-dessus sont placées d'autres briques de grandes dimensions; leur face supérieure est plane et sert de sole au four de réduction. Les vides qui restent entre l'extrados du foyer et les murs de faces ou de refend sont remplis avec des briques de 0m,25 de longueur, 0m,25 de large et 0m,12 de hauteur. Les ouvreaux qui débouchent dans le four sont rectangulaires à Angleur et à Saint-Léonard; ils ont 0m,08 de large sur 0m,47 de long. A Moresnet leurs grands côtés sont formés par deux courbes convexes vers l'intérieur, de manière à obtenir une largeur minimum au centre; on ferme même le carneau en ce point à l'aide d'une brique; cette disposition a été adoptée parce que les carneaux s'élargissent toujours beaucoup plus vers le milieu.

Les barreaux de la grille sont en fonte et présentent la section donnée *fig.* 56. Il y en a cinq. La fermeture du foyer se fait de la manière suivante. Au-dessus des deux blocs de fonte dont j'ai parlé plus haut repose une barre du même métal, qui est engagée en partie dans la maçonnerie,

mais reste en saillie sur une largeur de $0^m,05$. Sur cette barre repose une plaque de fonte dans laquelle est pratiquée la porte. Une S en fer scellée dans la maçonnerie attache la plaque de fonte à la barre située au-dessous. La portion du foyer comprise entre la porte et le premier ouvreau est formée par deux pieds droits en briques, de $0^m,25$ sur $0^m,80$, surmontés par une seule brique, qui s'appuie sur un cordon saillant pratiqué dans la plaque de fonte, au-dessus de la porte du foyer.

En avant des deux foyers, dont l'ouverture est située du même côté d'un massif, est creusée une fosse de $1^m,25$ de profondeur, 3 mètres de largeur et d'une longueur égale à la longueur du massif, dans laquelle on descend par un escalier; elle sert pour le travail du foyer. En outre, devant le four se trouve une cavité de $0^m,35$ de large, destinée à recevoir le résidu de la distillation. A Moresnet, elle a la même profondeur que la fosse avec laquelle elle communique ; à Saint-Léonard, elle n'existe pas ; enfin, à Angleur, on y a fait déboucher, comme dans le cendrier, une petite galerie inclinée ; elle amène les résidus dans un chemin voûté, où on les charge avec les escarbilles du foyer dans des wagons qui les transportent au jour. A Moresnet, ce chemin voûté existe également, mais ne sert que pour les escarbilles. Un des pieds-droits est le mur même qui sert de paroi à la fosse où tombent les résidus de la distillation (voir les *fig.* 54 et 55).

Toute la maçonnerie d'un four de réduction est liée avec un mortier composé de terre réfractaire crue et de ciment : c'est le même mélange qui sert à la confection des briques.

Chapeaux de prêtre et taques.

L'arcade qui forme le devant des fours de réduction est divisée comme le derrière en huit assises, mais chacune d'elles est située respectivement à un niveau plus bas, de sorte que les creusets reposant sur celles qui se correspondent ont une inclinaison totale de $0^m,20$ de l'arrière à l'avant. Du reste, quand un four vient d'être mis en feu, il y a souvent de tels tassements dans le four, que l'inclinaison se manifeste en sens contraire, et qu'on est forcé de reconstruire tous les gradins postérieurs. Chacun des étages antérieurs est composé de deux parties, l'une en briques dans l'intérieur du four, et l'autre en fonte à l'extérieur. Les briques placées à l'intérieur sont appelées *chapeaux de prêtre*. Elles consistent (*fig.* 41, 42, 43) en pieds-droits, se raccordant sur une partie de leur longueur avec deux petits pans de voûte cylindriques. Sur un même étage, il y a quatre briques, dont les pieds-droits sont également espacés; les deux extrêmes, qui sont en contact immédiat avec l'arcade, n'offrent qu'un seul arceau; chaque assise ainsi formée présente trois petites voûtes de $0^m,49$ d'ouverture. C'est sur le sommet de ces voûtes que vient porter le devant des creusets. La partie antérieure de chaque chapeau de prêtre consiste, comme nous l'avons dit, uniquement en un pied-droit, sur lequel viennent poser les taques ou pièces de fonte s'étendant sur toute la largeur des fourneaux. Le plan supérieur des taques se trouve au même niveau que celui des petites voûtes, et le raccordement se fait à l'aide d'un biseau qu'offre la partie postérieure de la taque (*fig.* 55). Les chapeaux de prêtre ont, dans les usines de la Vieille-Montagne, $0^m,50$ de longueur sur $0^m,10$ d'épaisseur de pied-droit et

0^m,25 de haut ; la plus grande largeur de la brique est de 0^m,49 ; et les petits arceaux n'ont en profondeur que 0^m,14, de sorte qu'il reste 0^m,36 pour la largeur de la taque ; celle-ci a 0^m,03 d'épaisseur.

La partie supérieure des chapeaux de prêtre et de taques suit la même inclinaison que les creusets. Il en résulte que les faces antérieures de tous les petits piliers ne sont pas dans un même plan, mais présentent à chaque assise un retrait sur la précédente. La sole du four de réduction n'est inclinée que de 0^m,10. La première rangée de creusets reposant sur cette sole n'est donc pas parallèle aux autres. Pour racheter cette différence d'inclinaison, le premier chapeau de prêtre doit être plus élevé à l'arrière qu'à l'avant. Chacune des sept premières assises du four de réduction comprend six creusets, placés deux par deux dans les intervalles compris entre les chapeaux de prêtre ; leur espacement est inégal, et les plus grands vides se trouvent au-dessus des carneaux de la chauffe. La huitième rangée ne contient que 4 creusets. Au-dessus, la façade est fermée par un petit mur en briques, supportées par une plaque de fonte et trois chapeaux de prêtre.

Je donne ici le devis d'un massif de 4 fours à zinc, tel qu'il est établi à la Vieille-Montagne.

	fr.
Pour construction de la chauffe, du massif des chapeaux de prêtre, des rampants et de la cheminée, 103.937 kil. de briques réfractaires à 50 fr. les 1.000 kilog. (1) ; fait. . .	5.195,85
9.500 briques ordinaires pour premières fondations et partie de la cheminée, à 10 fr. les 1.000 briques.	95,00
A reporter.	5.290,85

(1) On regarde le mètre cube comme pesant 1.500 kil.

	fr.
Report . .	5.290,85
7.218 kil. de fonte pour grille, portes du foyer, bagues, etc., à 18 fr. les 100 kil.	1.299,25
1.750 kil. de fer pour armature, à 70 fr. les 100 kil.	1.225,00
2.500 kil. de terre réfractaire en poudre pour le mortier, à 25 fr. les 1.000 kil.	62,50
Appréciation en bloc de la main-d'œuvre. Prix de l'entreprise.	1.000,00
	8.877,60

Pour un four simple la dépense est nécessairement plus grande, et pourrait peut-être se rapprocher de 3.000 fr.

Fours à zinc des autres usines.

La construction des fours de réduction présente dans les usines de Prayon et de Corfali plusieurs différences assez notables.

Prayon.

A Prayon, un massif ne se compose que de deux fours juxtaposés. Chacun d'eux présente sur le devant une ouverture carrée de 7 pieds 3 pouces de côté (*fig.* 57, 58, 59). Le vide intérieur est recouvert par une voûte cylindrique très-surbaissée, dont l'axe est parallèle à la face antérieure du four. Cette voûte est supportée sur le devant du fourneau par une plaque de fonte et deux barres de fer engagées dans la maçonnerie. Elle est percée de deux ouvreaux conduisant à une cheminée unique, qui sert pour les deux fours d'un même massif. Les briques employées pour la construction présentent des formes beaucoup moins variées que dans les usines de la Vieille-Montagne. Elles ont presque toutes $0^m,25$ de large et $0^m,10$ à $0^m,12$ d'épaisseur; il faut cependant en excepter les briques du foyer, qui sont tout à fait semblables à celles que nous avons déjà décrites. Les gradins sur lesquels vient s'appuyer le fond

des creusets ne comprennent, sur toute leur hauteur, qu'une épaisseur de briques, comme le représente le dessin. Les chapeaux de prêtre sont plus petits et plus rapprochés que dans les usines de la Vieille-Montagne. Leurs pieds-droits n'ont que $0^m,08$ de large, et ne sont espacés que de $0^m,25$; aussi ne place-t-on entre eux qu'un seul creuset. Dans les deux rangées supérieures ils sont remplacés par des petits murs en briques, entre lesquels on superpose deux creusets; ceux-ci sont par conséquent au nombre de 48 dans les fours de Prayon.

Corfali.

A Corfali on observe des différences bien plus notables encore; chaque four a, comme à la Vieille-Montagne, la forme d'un berceau cylindrique, mais les pieds-droits sont inclinés vers l'intérieur; il en résulte que la largeur est de $2^m,20$ à la base, et $1^m,60$ à la naissance de la voûte (*fig.* 60). Il n'y a jamais que deux fours accolés, et chacun a une cheminée séparée. Un four contient 46 creusets; il y en a 6 dans chacune des sept rangées inférieures; ils sont isolés sur le devant par deux séries de plaques de fonte. Les unes (*fig.* 61) sont presque verticales, et s'étendent sur toute la hauteur des sept rangées; les autres, horizontales, reposent dans des rainures pratiquées sur les deux faces des premières. Pour empêcher la fonte d'être léchée par la flamme, on a remplacé les chapeaux de prêtre par des briques horizontales et verticales, s'appuyant les unes sur les autres. Ces briques ont $0^m,06$ d'épaisseur. Dans la huitième rangée, il n'y a que 4 creusets juxtaposés, sans aucune cloison intermédiaire.

La voûte est percée de deux ouvreaux, et la disposition des banquettes est la même qu'à la Vieille-Montagne.

La circonstance la plus remarquable dans la construction de ces fours est que la chauffe n'est pas séparée du four par une voûte. La grille à $0^m,48$ de large, et est située à $1^m,35$ au-dessous de la première rangée de creusets; elle se raccorde avec l'intérieur du four par quatre plans inclinés.

Fours à cuire les creusets et les briques.

Les fours à cuire les creusets et les briques ont dans toutes les usines à zinc la forme d'un berceau cylindrique, soutenu par deux pieds-droits verticaux et fermé par deux murs également verticaux. Dans le mur antérieur est pratiquée une ouverture de dimensions variables, suivant la destination des fours. La sole est plane et percée d'ouvreaux carrés de $0^m,10$ de côté, et $0^m,25$ d'écartement; ces ouvreaux sont distribués suivant plusieurs lignes droites, au-dessus de carneaux allongés qui communiquent avec le foyer; celui-ci est tantôt identique au foyer des fours de réduction, et tantôt il est beaucoup plus simple; la section est alors un trapèze ayant à la base une largeur de $0^m,45$, égale à celle de la grille, $0^m,40$ à la base supérieure et $0^m,45$ de hauteur. Le nombre des ouvreaux varie du reste avec les dimensions des fours (1). Dans ceux qui servent à la cuisson des creusets, le mur antérieur est percé d'une ouverture en arcade de $1^m,25$ de haut et $0^m,65$ de largeur; elle est formée par une porte en fonte, munie d'un loquet, et composée d'une seule partie, ou de deux parties superposées (voyez les *fig.* 62 à 69).

A Saint-Léonard, deux fours capables de contenir 42 creusets ont $1^m,50$ de large, sur 2 mètres et $1^m,50$ de hauteur à la clef. Deux autres conte-

(1) **La flamme sort du four par un carneau unique de $0^m,24$, pratiqué au sommet de la voûte.**

nant 36 creusets, ont $1^m,50$ dans tous les sens.

A Angleur, on cuit 27 creusets dans des fours qui ont $1^m,50$ de long, sur $1^m,50$ de large et $1^m,50$ de haut. A Prayon, un four de 1 mètre, sur 0,80 de large et $1^m,50$ de haut, peut contenir 10 à 12 creusets.

Ces fours sont tout entiers construits en briques. Voici le devis d'un four, dont le vide intérieur a $1^m,50$ sur 2 mètres, et $1^m,50$ de haut, cubant $3^m,571$.

	fr.
Briques réfractaires, 9.000 kil. à 50 les 1.000 k.	450
Terre réfractaire, 1.800 kil. à 25 fr.	45
Briques ordinaires, 1.700 à 15 fr. le mille. . .	25,50
Chaux et sable.	30
Main-d'œuvre de la maçonnerie.	125
Fonte, 600 kil. à 20 fr. les 100 kil.	120
Fer battu, 200 kil. à 36 fr. les 100 kil.	72
Main-d'œuvre de l'armature.	15
	882,50

Dans les fours à cuire les briques, le mur antérieur est percé d'une ouverture de $0^m,80$ à 1 mètre de large, sur une hauteur égale à celle de la voûte. Cette arcade est fermée pendant la cuisson par un petit mur en briques. A Angleur ces fours ont 2 mètres de long, sur 2 mètres de large et 2 mètres de haut intérieurement. Le devis d'un pareil four est le suivant. (Un pareil four contient $7^{m.c},141$.)

	fr.
Briques réfractaires, 16.000 kil.	800
Terre réfractaire, 3.000 kil.	75
Briques ordinaires, 5.000.	75
Argile ordinaire pour mortier.	40
Main-d'œuvre de la maçonnerie.	225
Fonte, 585 kil.	117
Fer battu, 737 kil.	132,84
Main-d'œuvre de l'armature.	12,80
	1.477,64

Les fours que nous venons de décrire sont entièrement construits en briques ; elles ne sont pas toutes réfractaires, et on a même soin d'éviter de les prendre telles, toutes les fois qu'on peut s'en dispenser. Les devis ci-dessus comprennent la cheminée de chaque four, qui a les dimensions indiquées dans le dessin (*fig.* 69), qui se rapportent à l'usine de la Vieille-Montagne. A Andennes, les fours ne sont pas les mêmes que dans les usines à zinc. Ils ont la forme d'un cylindre à base verticale, surmonté d'une calotte hémisphérique ; le diamètre de la base est de 3 mètres, la hauteur, au-dessous de la clef, 5 mètres ; le sommet est surmonté d'une petite cheminée, et le four est chauffé à la houille par 8 alandiers à flammes droites ; un pareil four contient 30.000 kilogr. de terre.

Disposition d'une fonderie de zinc ; outils employés pour la réduction.

Les usines d'Angleur, de Saint-Léonard et de Moresnet, qui appartiennent à la société de la Vieille-Montagne, peuvent être, surtout la première, regardées comme les meilleurs exemples de l'application du procédé belge. Dans ces usines, les massifs de 4 fours sont rangés en ligne droite dans un vaste atelier, dont la charpente est soutenue par trois murs verticaux et parallèles percés d'arcades. Deux de ces murs servent de paroi latérale, et le troisième, situé tout à fait au centre, relie entre eux les différents massifs, tout en soutenant le faîte.

Les *fig.* 20, 73, 74 et 75, qui sont le plan de l'usine d'Angleur, et l'élévation longitudinale de la fonderie de zinc, font très-bien concevoir la

disposition adoptée. C'est contre les deux murs latéraux, qui font chacun face à une série de fours, que sont disposés les différents appareils et outils employés dans le travail.

Bâche à mélange. La bâche à mélange est une grande caisse en bois, dont le bord supérieur se trouve un peu au-dessus du niveau du sol; elle a 2 mètres de long, 1,20 de large et 0,50 de profondeur. Le charbon et la calamine y sont apportés avec des brouettes, et sont mélangés à l'aide d'une pelle en fer. La matière ainsi préparée est portée à l'aide de petites caisses parallélipipédiques d'une capacité de 1 pied cube dans les bâches de chargement.

Bâches de chargement. Celles-ci sont des vases cylindriques en tôle de 2 millimètres. Ils ont (*fig.* 76, 77, 78) une section semi-ellipsoïdale, et complétement fermés à l'un des fonds, ils présentent à l'autre extrémité une ouverture dont les bords sont renforcés par une garniture en fer. Le dessin indique, du reste, les détails de l'appareil. Sa longueur est de $1^m,40$; il a $0^m,50$ de large et autant de profondeur. Son poids est de 30 kil.

Les bâches de chargement sont portées sur des traiteaux en bois représentés dans le dessin. Le support et la caisse sont indépendants l'un de l'autre, et sont, suivant les besoins du service, éloignés ou rapprochés des fours de réduction.

Tables de service. La forme des fours de réduction exige que l'ouvrier fondeur ait un moyen de s'élever jusqu'à 1 mètre au-dessus du sol. Une table mobile est à cet effet en permanence devant chaque four; il nous suffit de la mentionner; elle est représentée *fig.* 79 et 80.

Cuillers à charger. Les creusets sont chargés avec des cuillers en tôle de 2 millimètres, adaptées à un manche en

fer de 2 mètres de long sur 0,015 diamètre. La cuiller a la forme d'un demi-tronc de cône très-allongé (*fig.* 81, 82, 83 et 84).

Tubes et allonges.

Comme appendices des creusets en terre, je signalerai les tubes en fonte, *fig.* 30, qui sont des troncs de cône de 0^m,40 de hauteur sur un diamètre extérieur, de 0^m,10 à la base et 0^m,06 au sommet; l'épaisseur de la fonte varie depuis 0^m,02 jusqu'à 0^m,01.

Les allonges sont faites en tôle de 0^m,002; elles ont également la forme de troncs de cône de 0^m,62 de hauteur, 0,^{m}075 de diamètre à la grande base et 0^m,02 à la petite, chacune d'elles coûte 0^f,18 de main-d'œuvre, *fig.* 31.

Grattoirs pour le tirage du zinc.

La figure 85 représente de petits grattoirs en fer de 0^m,08 de long, qui servent à faire tomber le zinc dans les cuillères où on le rassemble. Ce sont de petites barres de fer rond, terminées par des palettes grossièrement circulaires de 0^m,04 de diamètre et 0^m,01 d'épaisseur. Les poêlons qui servent à recueillir le zinc sont en forte tôle, d'une forme hémi-sphérique et adaptés à un manche en bois; ils peuvent contenir environ 15 kilog. de zinc, *fig.* 86.

Poêlons pour le recevoir.

Lingotières.

Les lingotières sont de plusieurs espèces. Les plus communes sont celles représentées *fig.* 87, 88 et 89. Elles sont accouplées deux à deux; chacune d'elles consiste en un vide à base rectangulaire de 0^m,68 de long sur 0^m,23 de large et 0^m,025 de profondeur. Les parois latérales sont un peu inclinées pour faciliter la sortie du lingot. A la tête est ménagée, au-dessus du plan supérieur de la lingotière proprement dite, une petite cavité dont le fond est incliné vers l'espace où doit se réunir le métal.

La lingotière de la *fig.* 90, qui n'a que 0m,30 de long sur 0m,15 de large et 0m,025 de profondeur, sert principalement pour couler le zinc le moins pur; elle est cependant exclusivement employée à Corfali.

Enfin, une troisième lingotière, beaucoup moins employée, est dite lingotière à siphon. Elle se compose (*fig.* 91, 92, 93 et 94) de deux parties complétement séparées, pouvant s'appliquer l'une contre l'autre, de manière à laisser entre elles un vide parallélipipédique de 0m,70 de long sur 0m,25 de large et 0m,01 d'épaisseur. A côté de ce premier vide s'en trouve un second beaucoup plus petit qui ne communique avec le premier que par la partie inférieure. Le zinc versé par ce dernier ne peut entraîner avec lui les crasses qui sont à la surface du poêlon, attendu que celles-ci restent dans la petite branche du siphon. Pour réunir les deux parties de la lingotière, on les serre simplement l'une contre l'autre avec un coin en bois, dans un châssis en fonte (*fig.* 95 et 96).

Avec un pareil système, on obtient des lingots de zinc plus propres, il est vrai, mais il y a beaucoup plus de rognures; d'ailleurs, avec les lingotières ordinaires, on pourrait obtenir des lingots qui seraient bons à être laminés directement, si on enlevait les crasses avec un peu plus de soin. Aussi les lingotières à siphon sont presque complétement abandonnées. Nos dessins suffisent, du reste, pour en faire connaître tous les détails.

Palette et bâche pour les crasses.

On écume le zinc dans les poêlons avec une petite palette en tôle (*fig.* 97), et les crasses sont recueillies sur une bâche en fonte de 0m,80 de long sur 0m,60 de large, et d'une profondeur variable de

0^m,15 à 0^m,10. Elle est complétement ouverte sur la paroi antérieure (*fig.* 98 et 99).

Pinces. Pour arracher les tubes en fonte qui s'adaptent à la suite des creusets, on se sert de pinces représentées *fig.* 100. Les bras n'ont que 0^m,40 de long; pour retirer du four les débris de creusets, on en emploie d'autres de même forme; mais elles ont 1 mètre de longueur (*fig.* 101).

Tables à décrasser les tubes. Les tubes à décrasser sont emmanchés dans des colliers en fer adaptés à des tables en bois (*fig.* 102 et 103) de 0^m,80 de long sur 0^m,40 de large. Quant aux creusets, on les vide à l'aide de grands grattoirs en fer (*fig.* 104) de 2^m,50 de long; la palette est grossièrement circulaire et à 0^m,10 de diamètre sur 0^m,01 d'épaisseur. On enlève les matières adhérentes aux creusets avec des ringards de forme particulière appellés herpais. Ce sont des tiges en fer de 2^m,50 de long, terminées par une portion triangulaire qui a 0^m,25 de long sur 0^m,04 à la grande base et 0^m,03 à la petite; l'extrémité, fortement acérée, est un peu relevée, et présente une section transversale qui a la forme d'une portion de couronne circulaire (*fig.* 105).

Grands grattoirs pour les creusets.

Herpais.

Bâche à poussières. La bâche à poussières est un cylindre de tôle (*fig.* 106 et 107) de 0^m,50 de profondeur sur 0^m,03. Il est fermé à sa partie inférieure, et un couvercle mobile permet de le boucher complétement à une hauteur quelconque.

Je mentionnerai encore le croc à creusets, barre de fer rond (*fig.* 108) repliée en son milieu sous forme d'un demi-cercle, la latte (*fig.* 109), espèce de ringard, composé de deux parties, l'une plate de 0^m,05 de large sur 0^m,019 d'épaisseur, l'autre ronde, de 0^m,025 de diamètre.

Enfin, je terminerai par la nomenclature de tous les outils nécessaires à un four de réduction :

1 bâche à mélange (déjà décrite).		
1 bâche de chargement en tôle (*id.*), pesant.	30 kil.	
2 brouettes et 4 pelles.	6	
2 petites bâches en bois d'une capacité de 1 pied cube.		
2 seaux.		
1 table de 1 mètre de haut, sur 2 de long.		
1 cuiller pour charger, pesant.	5	
46 tubes en fonte, pesant l'un 10 kil.	460	
46 allonges en tôle.		
10 petits grattoirs pour le tirage du zinc, 1 kilogramme chaque.	10	
2 poêlons pour recueillir le zinc, 6 k. chaque.	12	
1 grande lingotière, pesant.	135	fonte.
1 petite lingotière, pesant.	15	*id.*
2 petites palettes pour écumer, l'une 1 kil. .	2	
1 bâche à crasses.	160	*id.*
1 petite pince.	2	
1 grande pince pour 2 fours.	8	
2 tables à décrasser les tubes		
3 grands grattoirs, l'un 7 kil.	21	
7 herpais, 10	70	
1 bâche à poussière, 12	12	
1 croc à creusets, 5	5	
1 latte, 12	12	
6 burins de $0^m,40$ de long pour décrasser les tubes en fonte, l'un 2 kil.	12	
1 marteau, 2	12	
1 petit levier pour défaire les tubes, 5 kil. .	5	
1 burin pour ôter les lingots.	2	
1 fer pointu de 1 mètre de long, et $0^m,01$ de diamètre, pour déboucher les tubes quand ils sont obstrués.	1	
1 petit crochet pour travailler dans le four.	4	
1 grand grattoir pour les résidus de la distillation.	12	
1 bâche à eau pour refroidir les outils. . . .	30	fonte.
Pour le service de la grille.		
1 double crochet	9	

1 grattoir pour les cendres. 8
1 grand ringard pour deux fours. 32

Une petite armoire où chaque ouvrier renferme les fonds de poêlons, rognures, etc., qu'il doit réintroduire dans son prochain lingot (1).

Nous avons représenté (*fig.* 73) la position relative qu'on donne ordinairement à ceux des appareils décrits plus haut, qui sont entièrement fixes. (Voir l'explication des planches, page 286.)

Réduction de la calamine calcinée.

Mise en feu d'un massif.

Un massif de quatre fours de réduction étant terminé, on peut procéder immédiatement à sa mise en feu. On commence par boucher hermétiquement la devanture de chaque four avec des débris de creusets et de briques réunis entre eux par un placage grossier de mortier réfractaire formé d'une partie de briques réfractaires et d'une partie de terre crue de deuxième qualité. Pendant les

---

(1) Les objets en fonte, fabriqués pour la plupart dans les usines mêmes, peuvent être comptés à 23 fr. les 100 kil., d'après le détail suivant :

110 kil. fonte, à 15 fr. . . .	16,50
31$^{k.}$,5 coke, à 3$^{f.}$,82.	1,20
9 kil. houille, à 3$^{f.}$,08. . . .	0,28
Main-d'œuvre.	4,89
Outils et réparation.	0,13
Total.	23,00

Ce prix est du moins le prix moyen qui convient aux objets qu'on remplace journellement, tels que tubes, barreaux de grille, taques, etc.; mais ces objets diffèrent eux-mêmes de valeur; ainsi en 1840 les tubes sont revenus moyennement à 25$^{f.}$,98, tandis que les barreaux de grille et les taques ne coûtaient que 20$^{f.}$,75 les 100 kil.

Le fer est évalué à 85 fr. les 100 kil. après qu'il a été façonné.

deux premiers jours de la mise en feu, on laisse ouverts les rampants et les ouvreaux pratiqués à la base de chaque cheminée pour faciliter le nettoyage. Pendant ce même temps, on fait sur la grille un feu très-léger, qu'on alimente avec des fagots, des vieilles planches et des copeaux. Vers la fin du deuxième jour, on ferme les ouvreaux des rampants et de la cheminée, et on jette sur la grille du menu coke, des déchets de magasin, des escarbilles et quelques pelletées de houille maigre, de manière à élever lentement la température. Pendant le troisième et le quatrième jour, on charge une quantité de plus en plus grande de houille grasse, et le four finit par être porté au rouge blanc vers le commencement du cinquième jour.

Pose des creusets.

Dans la matinée du cinquième jour, on garnit de creusets les deux fours qui sont le plus chauds.

Voici comment se fait cette opération :

Le personnel de chaque four vient de se compléter; jusque-là, la mise en feu avait été confiée aux chefs de postes ou brigadiers. Arrivent alors les deux autres ouvriers qui doivent, sous les ordres d'un brigadier, compléter le premier poste; ce sont : 1° le grand manœuvre; 2° le petit manœuvre. Nous définirons plus loin leurs attributions réciproques.

Le grand manœuvre commence à démolir un à un les petits murs qui bouchent chaque case de la devanture; il commence par la deuxième rangée, à partir du haut; la plus élevée ne doit être garnie que plus tard. Il attend qu'un creuset soit placé dans l'ouverture qu'il vient de dégager, avant de s'occuper de l'ouverture voisine, et prend toutes les précautions possibles pour ne pas refroidir l'in-

térieur du four. Pendant ce temps, le brigadier et son petit manœuvre, aidés d'un ouvrier d'un four voisin, vont chercher un creuset. Le chauffeur du four à creusets tient la porte ouverte, et le brigadier accroche avec son ringard un creuset qu'il couche sur le croc décrit plus haut; celui-ci est soutenu par le petit manœuvre et son aide, qui marchent rapidement vers le four, tandis que le brigadier maintient le creuset avec son ringard introduit jusqu'au fond. On conçoit qu'il est alors facile à ce dernier de le pousser dans la case qu'il doit occuper; il l'y tourne ensuite, s'il est nécessaire, de manière que la gueule repose sur la taque de devanture.

Le grand manœuvre lute alors tout le tour du creuset, opération qu'on appelle *caler*, avec le même mortier réfractaire qui avait servi à fermer la devanture, puis il démolit le petit mur de l'ouverture suivante. On garnit ainsi chaque four de 42 creusets; les 4 de la rangée supérieure ne sont placés qu'un peu plus tard. Le travail est très-fatigant. Aussi tous les ouvriers d'un massif s'aident entre eux. On fait successivement le même travail pour les 4 fours dont se compose un massif. Dans chacune des 3 rangées inférieures, on place des creusets de $0^m,04$ d'épaisseur, parce qu'ils sont beaucoup plus que les autres, rapidement corrodés par les laitiers, dont la formation est facilitée par une plus haute température.

Pendant la pose des creusets, la température a beaucoup diminué, et c'est à peine si quelques creusets sont au rouge sombre. Les efforts des brigadiers tendent à rétablir, le plus rapidement possible, la température du rouge vif. 24 heures suffisent ordinairement.

Lorsque tous les creusets ont été mis dans le four, on a placé à la gueule de chacun d'eux un des tubes coniques en fonte qui sont décrits plus haut, et qui doivent servir de condenseurs. Ces tubes entrent par leur gros bout dans l'intérieur des creusets où ils pénètrent de $0^{m},06$ à $0^{m},08$, tandis que le petit bout repose sur la taque de fonte. On échauffe ainsi la plus forte extrémité de ces tubes, de manière à lui faire remplir presque entièrement la gueule du creuset.

Les creusets ayant été réchauffés, comme nous l'avons dit, on fait une première charge; le brigadier a eu soin de recueillir, en quittant son dernier fourneau, quelques résidus du traitement de la poussière et quelques crasses ou écumages.

Les premiers sont un mélange d'oxyde de zinc, et d'une petite quantité de charbon; les secondes ont été recueillies à la surface du zinc fondu produit dans les dernières charges de l'ancien fourneau. Le brigadier ajoute à ces matières du charbon et un peu de calamine, de sorte que le mélange contient en poids au moins autant de charbon que de matière zincifère, et constitue ce que les ouvriers appellent une charge légère. Le mélange est fait par le brigadier dans la grande bâche en bois, et transporté par le petit manœuvre dans la bâche en tôle, à l'aide de deux petites caisses rectangulaires en bois, appareils qui ont été tous décrits. Le grand manœuvre a enlevé avec la petite pince (*fig.* 100) 2 ou 3 tubes en fonte, et le brigadier introduit dans chaque creuset, à l'aide de la cuiller à charger (*fig.* 81), la matière qu'il puise dans la bâche en tôle. Aussitôt que chaque creuset est rempli, le grand manœuvre y introduit le tube en fonte, qu'il soutient dans une position horizon-

tale à l'aide d'un morceau de brique reposant sur la taque. En outre, il lute ou cale immédiatement le tube dans le creuset avec un mortier épais formé d'argile ordinaire, dans laquelle il a introduit, pour la pétrir plus aisément, un peu de *cendres* ou résidus de distillations.

Quand la charge de tous les creusets est terminée, le brigadier vérifie si le devant du fourneau est bien plaqué d'argile, de manière à ne donner aucun accès à l'air extérieur ; il bouche les fentes qu'il découvre, corrige la mauvaise disposition de certains tubes, et fait jeter des cendres chaudes sur la devanture. Ces cendres, retenues par les taques de fonte, se disposent en talus, et protégent assez bien la partie antérieure du creuset de l'accès de l'air froid.

Le premier chargement, commencé à 6 heures du matin, finit à 8 heures au plus tard. Le brigadier n'a plus alors à s'occuper que de son foyer. La porte de celui-ci est maintenue fermée par un crochet, et dans le cadre intérieur est placée une brique appelée brique de gueule qui ne laisse, entre sa partie supérieure et le cadre de la porte, qu'un petit espace à peine suffisant pour laisser passer les charges de combustible. L'ouvrier lance le charbon avec beaucoup d'adresse et à l'aide d'une petite pelle par-dessus cette brique; il a de plus toujours soin de fermer le vide supérieur avec quelque gros morceau de houille. L'opération se conduit, du reste, comme quand le four est en marche régulière.

Cette première charge, légère, produit au plus 25 kilogrammes de zinc. A 6 heures du soir, on nettoie les creusets, et on fait une seconde charge un peu plus lourde; on continue ainsi pendant

plusieurs jours, en renouvelant les charges toutes les 12 heures; les produits augmentent rapidement, et enfin, vers le quatrième ou cinquième jour, c'est-à-dire après la huitième ou dixième charge, on est arrivé à un rendement moyen de 280 à 300 kil. par 24 heures et pour 1.000 kil. de minerai. Le four peut alors être regardé comme ayant pris sa marche régulière. Voici alors la description d'une opération complète.

Marche régulière.

Le brigadier et ses deux manœuvres viennent à six heures du matin prendre possession de leur four; les tubes inférieurs ne flambent presque plus; quelques tubes du milieu laissent passer des flammes blanches et vertes, produites par le peu de zinc qui reste encore attaché à la gueule des creusets; enfin, ceux des rangées supérieures indiquent souvent que le minerai n'est pas complétement réduit, et pourrait donner encore un peu de métal. La température a un peu baissé; la bâche à crasse est remplie des écumes résultant du travail de la nuit précédente, et dans la bâche à mélange, 500 kil. de calamine ont été mêlés par le brigadier du poste précédent avec 250 kil. de charbon maigre et menu.

Nettoyage des creusets et des tubes.

Le brigadier jette sur la bâche à crasses quelques bouts de lingots et quelques fonds de poêlons, provenant de son dernier poste, et qu'il avait renfermés dans une petite armoire destinée à cet objet. Il examine le mélange fait par son prédécesseur, le repasse grossièrement avec la pelle pour vérifier s'il a été bien fait.

Pendant ce temps, le petit manœuvre décale les tubes de fonte des rangées inférieures, et les enlève en les prenant avec la petite pince qu'il tient des deux mains. Il les jette auprès du banc de net-

toyage (*fig.* 102 et 103). Le brigadier les introduit successivement dans l'anneau en fer et promène d'abord un petit grattoir dans leur intérieur, pour faire tomber l'oxide de zinc peu adhérent aux parois ; il est ensuite obligé de se servir d'un burin et d'un marteau pour enlever les aspérités et rendre l'intérieur bien uni. Il se forme, en effet, un alliage de zinc et de fer, qu'on ne peut arracher que difficilement. Aussi les tubes sont-ils mis hors de service au bout de peu de temps.

Dès que les tubes de la rangée inférieure sont enlevés, le grand et le petit manœuvre commencent le nettoyage des creusets ; l'un part du premier creuset, l'autre du quatrième creuset de gauche.

Ces ouvriers introduisent dans le creuset un herpais, espèce de ringard déjà décrit (*fig.* 105), et détachent les résidus laissés par la distillation. A la haute température à laquelle ils sont soumis, les creusets sont devenus très-résistants ; aussi peut-on frapper sur leurs parois sans beaucoup de ménagements. Le nettoyage se fait surtout à la partie inférieure des creusets, et il est souvent très-difficile à cause de l'adhérence des laitiers.

Cette première opération faite, le petit manœuvre ramène avec le grand grattoir (*fig.* 104), du fond vers l'orifice, toutes les matières contenues dans chaque creuset ; il les fait ensuite tomber, et elles sont reçues dans la fosse, de $0^m,35$ de large, qui règne sur tout le devant du four.

Les 6 creusets de la rangée inférieure étant parfaitement nettoyés, le brigadier les charge l'un après l'autre, au moyen de sa cuiller demi-cylindrique en tôle, en ayant soin de bourrer fortement le creuset ; l'un des manœuvres replace les tubes en

fonte, et les cale l'un après l'autre, tout à fait comme nous l'avons décrit pour la première charge; on procède exactement de la même manière au nettoyage et au chargement des rangées supérieures, en ayant soin de n'opérer que sur une à la fois. Il est bon d'observer que l'ouvrier chargé d'enlever les tubes de fonte ne fait jamais cette opération sans en retirer préalablement le peu de zinc qu'ils peuvent contenir, et qu'il jette sur la bâche à crasses.

A la Vieille-Montagne, on n'introduit pas dans tous les creusets la même matière. Ainsi, les trois rangées inférieures sont chargées de minerai A, et les quatre autres de minerai B. En outre, on ajoute dans les 4 creusets de la dernière rangée toutes les crasses provenant de l'opération précédente.

Indépendamment du nettoyage des tubes et du chargement des creusets, le brigadier s'occupe encore à repousser vers le fond du four les creusets neufs, auxquels un séjour de 12 heures a fait subir un retrait assez grand pour les empêcher de porter sur la banquette postérieure. Ces creusets lui ont été indiqués par son prédécesseur, mais ils sont, du reste, très-reconnaissables. Il a en outre à s'occuper de son foyer, dont il a laissé tomber le feu, pour bien nettoyer la grille. Cette opération faite, il jette sur les barreaux 50 kilog. de gros charbon. Quand le feu est rallumé, il l'active rapidement en lançant du charbon par petites pelletées, et s'aidant du registre de la cheminée, dont la chaîne est attachée à côté de la porte du foyer. Il parvient ainsi à mettre son feu en bon état, presque immédiatement après que la charge est finie.

Pendant le nettoyage des creusets, on a reconnu que quelques-uns étaient entièrement percés et

hors de service, que d'autres présentaient une fente ou un petit trou faciles à boucher. Les premiers sont fermés par devant au moyen d'un fond de vieux creuset ou d'un morceau de brique entouré d'argile à caler, en attendant qu'on les remplace; les seconds sont réparés au moyen d'un placage grossier, qui consiste à étendre sur la partie trouée une rondelle d'argile réfractaire que l'ouvrier pétrit et dispose lui-même avec ses mains. Il l'introduit avec sa cuiller, le dépose à la place qu'elle doit occuper, et la force à boucher le trou ou la fente, en l'aplatissant avec le dos de la cuiller. Un creuset ainsi réparé durera 12 heures, et produira autant de zinc qu'un autre en bon état; on en a vu qui duraient plusieurs jours, mais cela est fort rare. Un tel creuset ne peut pas être entièrement nettoyé sans que le trou ou la fente ne soit de nouveau découvert et agrandi.

Période de réduction.

Le nettoyage et le chargement des creusets commencés vers 6 heures du matin sont terminés avant 9 heures. A 9 heures et 1/2, le four est en pleine activité; tous les tubes ont une flamme rouge et bleue qui commence à verdir dans les tubes inférieurs, et qui, vers 10 heures et demie, passe dans tous les tubes au blanc verdâtre. Elle devient alors épaisse et fuligineuse, et est visiblement très-chargée d'oxyde de zinc. Dès que la flamme passe du rouge au vert, les tubes sont garnis des allonges en tôle; les gaz viennent alors aboutir à l'extrémité de celles-ci et s'enflamment. Les ouvriers ont soin de les éteindre avec un linge mouillé qu'ils tiennent à la main, et qui leur sert à porter leurs outils dans le nettoyage des creusets.

Conduite du feu.

Le brigadier a toujours le plus grand soin d'a-

limenter le foyer, de manière à conserver le rouge blanc ou rose, et de répartir bien uniformément la chaleur dans l'intérieur du fourneau. Il arrive souvent que la température n'est pas la même dans tous les points; il en résulte un rendement inégal des différents creusets, et par suite, une perte en zinc qui s'élève quelquefois à 50 kil. par 24 heures. Pour régler le tirage du four et la distribution de la flamme, le brigadier a à sa disposition les 4 ouvreaux de la voûte du foyer et les 2 carneaux de la voûte du four. En bouchant plus ou moins les unes ou les autres de ces ouvertures, il parvient ordinairement à rétablir l'équilibre et à faire chauffer également chaque creuset. Quelquefois, et cela arrive surtout quand les fours sont vieux, ses efforts sont inutiles, et ce qu'il y a de mieux à faire, c'est d'éteindre et de procéder à une réparation complète de l'intérieur.

Premier tirage.

Vers 11 heures du matin, les ouvriers commencent leur premier tirage; il ne reste au four que le brigadier et le premier manœuvre. Le second manœuvre est parti après avoir nettoyé le cendrier et enlevé à la brouette les résidus de la distillation, que les ouvriers appellent des cendres. A Angleur, toutes ces matières se réunissent dans une galerie souterraine, d'où on les emporte dans des wagons marchant sur chemins de fer.

Poussières de zinc.

Le brigadier, les mains garnies de deux vieux chiffons de toile, saisit par le petit bout une allonge de chaque main, les secoue fortement dans un étouffoir en tôle, dont le bord supérieur est renforcé par un cercle de fer, et les dépose en tas à quelques pas du four. La poussière qui tombe des allonges est un mélange d'oxyde de zinc et de zinc assez chaud pour s'enflammer en partie au

contact de l'air. Quand toutes ces allonges ont été vidées, on recouvre la poussière à l'aide du couvercle mobile dont nous avons déjà parlé (*fig.* 106 et 107).

Le brigadier et le grand manœuvre approchent alors leur table du four et s'arment chacun d'un poêlon et d'un petit grattoir. Le poêlon a été préalablement échauffé devant le four même, ce qui a été très-facile à faire, en le plaçant entre deux tubes en fonte et la taque supérieure à ces tubes. Les ouvriers mettent toujours dans le poêlon les fragments de lingots, jets de lingotières, etc., qu'ils ont obtenus dans leur dernier tirage. En regardant dans l'intérieur des tubes de fonte, au moment où l'ouvrier s'apprête à y introduire le grattoir, on aperçoit une foule de cristaux métalliques en tables rectangulaires, attachés aux parois intérieures du tube et surtout à la paroi supérieure. En bas est réuni le zinc liquide, dont on n'aperçoit cependant pas la surface métallique, parce qu'elle est oxydée, et le plus souvent recouverte de crasses noirâtres. Les deux fondeurs se chargent chacun d'une moitié du four, et commencent le tirage par le haut. Cette opération, assez simple en apparence, puisqu'il ne s'agit que d'introduire le grattoir dans le tube, et de râcler la surface inférieure, en faisant couler le zinc dans le poêlon, exige assez d'habitude pour être bien faite; l'ouvrier doit éviter de repousser le zinc dans le creuset, car il s'arrêterait entre le creuset et le tube, d'où il se volatiliserait pour aller former à la partie supérieure du creuset une concrétion d'oxyde de zinc qui diminue l'ouverture, et est très-difficile à enlever; de plus, il faut retirer tout le zinc qui est dans le tube, car celui qui reste est

brûlé et perdu. On pousse donc le grattoir en baissant la main, et on le retire en la relevant; l'habitude seule peut indiquer le reste.

Les poêlons pleins sont portés sur les bacs à crasses, qui sont placés à droite et à gauche des lingotières. On enlève avec soin toutes les crasses en se servant de petites palettes en tôle que nous avons décrites.

Les lingotières, tenues parfaitement sèches, sont nettoyées au moyen d'une queue de cheval emmanchée, avec laquelle l'ouvrier chasse toutes les poussières en fouettant à plusieurs reprises. Le poêlon est posé à la tête de la lingotière sur le bord de la coulée. Un des ouvriers pose verticalement une petite palette à écumer entre la coulée et le vide que doit remplir le métal, de manière à intercepter le passage des crasses. Celui qui tient le poêlon en verse le contenu assez rapidement, et son camarade vient achever le lingot qui pèse ordinairement de 30 à 35 kil. Le premier tirage n'en produit qu'un.

On replace de suite les allonges en tôle, et le brigadier continue d'entretenir son four. Il ne touche pas à la grille, mais il cherche à conserver toujours la plus forte température possible, sans coup de feu et sans irrégularité.

Préparation du mélange.

Le grand manœuvre va chercher de la calamine, du charbon et de l'eau, et s'occupe avec le brigadier de préparer le mélange pour la charge qui doit entrer à 6 heures du soir. Dans un coin de la grande bâche, on fait le mélange A; dans l'autre, le mélange B. Une charge se compose de 500 kil. de calamine avec 250 kil. de charbon, ce qui fait à peu près volume égal des deux matières. On met toujours un peu plus de charbon avec la cala-

mine B qu'avec la calamine A. L'ouvrier jette alternativement l'une sur l'autre une brouettée de calamine et une de charbon. Ce dernier est de la houille maigre passée à travers une claie dont les barreaux sont écartés de 0m,005 environ. Le tout est recoupé avec la pelle à plusieurs reprises. On ajoute un peu d'eau pour donner au mélange une compacité convenable et empêcher la projection de poussière pendant la charge. Il suffit du reste que la matière se pelotonne un peu pour éviter cet accident.

Second tirage.

A 1 heure, on fait un second tirage en prenant les mêmes précautions, et on obtient ordinairement 2 lingots ou 4 poëlons. Cette opération se fait comme la première, et la conduite du feu est la seule occupation des ouvriers jusqu'au troisième tirage, qui a lieu vers 4 heures, et donne un quatrième lingot; quelques instants avant 6 heures, on tire le cinquième.

3e et 4e tirage.

Fin de l'opération.

Le brigadier ne touche plus à son feu; on passe immédiatement au nettoyage des creusets, opération qui est la même que celle du matin, à cela près qu'il faut remplacer les creusets déjà condamnés avant l'oxydation, et qui ont été tenus bouchés pendant 12 heures, et ceux qui ont pu se briser dans la journée.

Remplacement des creusets.

Le remplacement des creusets se fait ordinairement le soir; dans tous les cas, il n'a lieu qu'une fois par 24 heures. Le nettoyage d'une rangée opérée, le brigadier saisit la grande pince, et enlève dans cette rangée tous les creusets hors de service; ils sont immédiatement emportés hors de l'atelier, tandis que le chef de four va chercher un creuset neuf porté au rouge blanc; il l'introduit de la manière déjà décrite dans la mise en feu.

Quand une rangée est complétée, le brigadier la charge comme d'habitude.

Travail de la nuit

Le travail de la nuit est identique à celui du jour; le produit est ordinairement supérieur. L'ouvrier a obtenu du zinc métallique en grands lingots, ordinairement au nombre de 10, quelques petits lingots, lorsqu'il n'avait pas assez de métal pour en faire un grand, et une quantité de poussière dont le poids ne dépasse pas 10 p. 100 de celui du métal obtenu. On atteint ce chiffre à Angleur et à Saint-Léonard, où les fours chauffent mieux que ceux de Moresnet, parce que le combustible est meilleur dans les premières usines.

Durée d'un poste.

Main-d'œuvre.

La durée d'un poste est de 24 heures pour le brigadier et le grand manœuvre; le petit manœuvre vient le matin et le soir pour le nettoyage et le chargement des creusets, pour le nettoyage du cendrier, l'enlèvement des résidus, etc. Les brigadiers sont payés $1^f,90$ par 12 heures ou $3^f,80$ par poste; on retient $0^f,40$ par poste pour garantie de bonne conduite. Ils reçoivent, en outre, à Moresnet $0^f,02$ par kilogramme de zinc, qu'ils obtiennent au-dessus de 200 kil. A Saint-Léonard, on leur donne $0^f,08$ par kilogramme au-dessus de 250 kil. (1). Ces centimes additionnels sont retenus avec la portion de la paye fixe que nous avons mentionnée ci-dessus, et remboursés une fois par an, au 1er novembre.

Le grand manœuvre est payé par 12 heures $1^f,70$ ou $3^f,40$ par poste. On lui retient également $0^f,40$. Il a $0^f,01$ par kilogramme de poussière. Ce

(1) Quand ils traitent de la poussière, on leur donne $0^f,08$ par kilogramme de zinc obtenu en sus de la moitié en poids de la poussière employée.

boni et la retenue lui sont également payés au 1er novembre.

Enfin, le petit manœuvre a 1f,50 par 12 heures de travail, c'est-à-dire pour toute la durée d'un poste. On lui retient également 0f,20 par poste.

Rendement en zinc.

Le rendement en zinc d'un four de réduction dépend avant tout de l'habileté du brigadier et de la qualité du combustible.

Pendant la durée d'un poste de 24 heures, on obtient ordinairement 300 kilogrammes de zinc et 15 à 25 kilogrammes de poussière. Nous donnerons plus loin les résultats de plusieurs campagnes.

Consommation de combustible.

Le combustible employé est de la houille de très-bonne qualité, qu'on tire des mines situées aux environs de Liége; elle est à cassure brillante, d'un clivage facile, brûle avec une longue flamme, et donne un coke non agglutiné qui conserve entièrement la forme et l'apparence de la houille. L'analyse a donné :

	Pour le charbon de Géraclauss employé à l'usine d'Angleur.	Et celui de Prayon.
Coke.	85,20	81,46
Cendres.	3,2	2,00
Matières volatiles. . . .	11,6	16,54
Plomb obtenu avec la litharge.	31g,80	33g,20

La seconde houille est un peu moins bonne que la première, en ce que son coke prend déjà dans le foyer un commencement d'agglutination. Quoi qu'il en soit, ces deux houilles peuvent être regardées comme des houilles maigres, et cette propriété est tellement importante à la bonne allure des fours à zinc, que dans les cas où on ne peut avoir du charbon qui la remplisse à un degré suffisant, on y mêle des charbons secs qui se rap-

prochent tout à fait des anthracites. A la Vieille-Montagne, le même mélange a lieu par un autre motif; le charbon de Liége revenant dans cette usine à un prix plus élevé, on y mêle de la houille grasse et de la houille maigre de Prusse.

Pour 1.000 kilogr. de zinc, on peut compter moyennement 5.000 kil. de houille brûlée dans le foyer. Mais indépendamment de celle-ci, il faut tenir compte de la houille de mélange; cette dernière est, comme nous l'avons déjà dit, du charbon maigre : il diffère peu par sa composition de celle qu'on emploie dans la chauffe, mais ses caractères physiques ne sont plus les mêmes ; il est beaucoup plus friable, beaucoup moins brillant et brûle sans flamme. Il est composé comme il suit :

	Houille de Chesné employée à Angleur.	Houille d'Herstal employée à St-Léonard.
Coke.	86,50	86,00
Cendres.	2,20	5,00
Matières volatiles.	11,00	9,80
Plomb obtenu avec la litharge. . .	33,30	30,80

Nous avons déjà dit qu'il fallait demi-partie de ce charbon pour une de calamine. La consommation totale de houille pour 1 kilogramme de zinc varie donc de 6 à 7 kilogrammes de charbon (1).

(1) On a essayé de substituer à la houille maigre du coke en petits fragments; le rendement restait le même, mais cependant on n'a pas donné de suite à cet essai; il est très-probable que le coke à poids égal étant beaucoup plus volumineux que la houille, ne permettait pas d'introduire autant de calamine par charge. Nulle part on n'a essayé le charbon de bois; il a, du reste, contre lui, et même à un plus haut degré, la même objection que le coke.

Dans l'année 1840, à l'usine de Moresnet, la calamine a rendu en zinc 30,62 pour o/o. Pour 1.000 kil. de zinc obtenu on a consommé 6.032 kilogr. de charbon et 3.265 kil. de calamine calcinée.

Consommation de creusets.

Une des grandes dépenses attachées à la fabrication du zinc est celle qui provient de l'usure des creusets. Ces vases peuvent être mis hors de service par plusieurs causes différentes; en premier lieu se placent les défauts de fabrication qui ordinairement sont mis en évidence dès le premier poste que le creuset passe dans le four; mais la principale cause de destruction est la corrosion due aux résidus de la distillation; ordinairement les trous ou crevasses se manifestent sur la paroi inférieure, et c'est ce qui a porté à faire celle-ci plus épaisse dans l'usine de Saint-Léonard. Souvent encore les creusets, ramollis par un coup de feu trop vif, se plient sous la charge du mélange qu'ils contiennent et se fendent transversalement en un ou plusieurs points; on a remarqué que ces points de rupture coïncidaient ordinairement avec les joints des moules en fonte. Quelquefois la dessiccation des creusets a eu lieu trop brusquement: alors la pâte est criblée de petites ouvertures dues à l'inégalité du retrait, et invisibles à l'œil. Le zinc en vapeur traverse avec une grande facilité ces petites fentes, et vient s'oxyder à la surface extérieure du creuset, où il forme de très-beaux cristaux dont la couleur varie du blanc pur au jaune serin et au vert émeraude. 24 heures suffisent pour couvrir un creuset d'une croûte assez compacte de ces cristaux; son épaisseur atteint souvent 3 centimètres; il suffit que plusieurs creusets soient ainsi fleuris (c'est l'expression dont se

servent les ouvriers) pour que le passage de la flamme soit intercepté en quelques points et que le tirage devienne irrégulier; il est alors urgent de remplacer ces creusets qui produisent peu de zinc et nuisent au travail des autres.

La durée des creusets est très-variable suivant leur position dans le four, ceux des quatre rangées supérieures durent fort longtemps, quelquefois deux campagnes; ce n'est guère que dans les quatre rangées inférieures qu'ont lieu les remplacements.

Les creusets qui servent depuis assez longtemps, c'est-à-dire depuis quinze à vingt jours, sont recouverts à l'extérieur d'un vernis d'une couleur noirâtre, d'épaisseur uniforme et ne dépassant pas un millimètre; la pâte est bleuâtre, et les grains blancs, souvent vitreux, dont elle est parsemée, lui donnent une structure tout à fait porphyroïde. L'intérieur du creuset est parfaitement uni et recouvert tout au plus de 1 ou 2 millimètres de laitiers. Ces creusets sont ceux qui rendent le plus de zinc.

Dans les usines de la Vieille-Montagne, on trouve qu'un four marche bien quand il ne consomme pas plus de 4 à 5 creusets par 24 heures ou pour 300 kilogr. de zinc. Voici du reste les consommations exactes pour plusieurs années à l'usine de Moresnet.

Dates.	Zinc produit.	Creusets consommés.	*Id.* pour 100 k. de zinc.
1835	113.300 k.	1.353	1,19
1836	220.229	3.775	1,71
1837	229.751	5.103	2,22
1838	297.917	7.455	2,50
1839	577.616	7.088	1,22
1840	764.914	7.649	1,35

La consommation est, comme on le voit, très-

variable, sans qu'on puisse souvent en reconnaître la cause; ainsi pendant les 12 mois de 1840 où toutes les conditions devaient être les mêmes, on a eu :

Dates.	Zinc produit.	Creusets consommés.	*Id.* pour 100 k. de zinc.
Janv.	54.841 k.	890	1,63
Févr.	56.483	1.007	1,78
Mars.	69.630	996	1,43
Avril.	65.812	683	1,04
Mai.	43.385	784	1,80
Juin.	65.756	834	1,27
Juillet.	73.705	1.089	1,47
Août.	68.942	964	1,40
Sept.	61.515	1.074	1,74
Octob.	74.347	1.025	1,38
Nov.	60.388	1.000	1,82
Déc.	70.110	989	1,42

Fin d'une campagne.

Un four à zinc marche environ deux mois d'une manière régulière; au delà de cette époque la production varie et finit par diminuer considérablement. Cette diminution du produit tient à plusieurs causes que nous indiquerons plus bas; quand on a eu quelques pesées de 250 kilogr. seulement (en 24 heures), et que l'intérieur exige des réparations urgentes on fait quelques charges à la poussière. Pour cela on nettoie les creusets qui restent dans le four, sans se donner la peine de remplacer ceux qui sont hors de service; on les laisse refroidir au rouge sombre pour éviter les explosions qui auraient lieu par suite d'une réduction trop rapide, et on charge de la poussière de zinc, mélangée avec un quart ou au plus un tiers de son volume de charbon fin; on a soin, comme pour la calamine, de mettre plus de réductif dans les creusets du haut. Au lieu de tubes en fonte, on se sert pour recueillir le zinc de tubes en terre, dont

nous avons déjà fait connaître la forme ; cette substitution est probablement due à ce que ces tubes ne doivent pas être exposés à une température aussi haute que les tubes en fonte, et à ce que leur capacité est plus grande.

On ne fait qu'une charge en 24 heures, et vers le milieu de l'opération le tirage du zinc se fait toutes les heures; au commencement et à la fin de l'opération la distillation marche moins vite. La quantité de zinc obtenue varie suivant le nombre de creusets en activité, mais elle dépasse toujours 50 p. o/o du poids de la poussière. Le métal, recueilli de la manière ordinaire, est très-chaud, et le bain est souvent rouge; quand on l'a coulé on le sépare du zinc ordinaire; on le trouve plus difficile à laminer ou du moins il exige des précautions particulières; ainsi il faut le chauffer plus fortement et laisser tomber la température au degré ordinaire, avant de le faire passer sous les cylindres.

On fait ordinairement trois charges à la poussière, rarement plus, avant de laisser tomber le feu; on laisse ensuite refroidir le fourneau sans vider le plus souvent les résidus de la distillation. Quand le fourneau est froid, on procède aux réparations.

Réparations des fourneaux.

Celles-ci sont de diverses natures. Quand le fourneau est neuf toutes les parties exposées à une haute température éprouvent un retrait considérable; le mur de derrière, qui porte les talons sur lesquels sont retenus les creusets, s'affaisse au point que ces derniers s'inclinent de l'avant à l'arrière; quelques-unes de ces saillies ont été fondues; il faut alors les refaire toutes à la hauteur convenable. Pour cette opération, il est indispen-

sable de démolir la devanture, et par suite d'enlever tous les creusets qui sont alors complétement perdus. Au sommet du fourneau, les carneaux sont quelquefois un peu endommagés, mais le plus souvent, il suffit simplement de les nettoyer, ce qui peut se faire de l'extérieur. Les réparations les plus fréquentes sont celles qu'il faut faire à la voûte de la chauffe: elle est, comme nous l'avons dit, composée de trois gros voussoirs, recouverts chacun d'une grande brique qui sert de sole; très-souvent ces six briques sont entièrement détruites; pour les remplacer, il suffit d'enlever les quatre rangées inférieures de creusets, en soutenant la taque sur laquelle reposent toutes les autres par des barres de fer horizontales, portant sur le derrière du fourneau et sur des étais convenablement disposés. On conserve ainsi 22 creusets, qui dans la seconde campagne, sont d'une aussi longue durée que les neufs.

Dès qu'un four est refroidi, les maçons chargés de sa réparation, enlèvent à coups de marteau et en s'aidant du levier toutes les briques ou fragments de briques que la chaleur a fondus en partie. Ils taillent au ciseau les encastrements nécessaires pour recevoir les nouvelles briques, puis mettent celles-ci en place. La réparation la plus ordinaire consiste à refaire à neuf la voûte du foyer, le talus qui est à l'extrémité, regarnir les murs latéraux sur une hauteur de 0,50 au-dessous de la sole, et celui du fond sur la même hauteur. Deux ou trois jours suffisent pour rétablir un four en bon état. Quand on le remet en feu on peut élever la température plus rapidement que lorsqu'il est neuf; 12 heures suffisent souvent pour ramener l'intérieur au rouge vif; on

complète alors les creusets et on fait les premières charges le plus tôt possible.

Autres usines à zinc de la Belgique.

Le traitement du minerai est le même dans les usines de Corfali et de Prayon que dans celles de la Vieille-Montagne. Dans la première on traite, par four et par 24 heures, 1.000 kilogr. de calamine, mélangée quelquefois avec de la blende grillée; on y ajoute 500 kilogr. de charbon maigre, et on obtient environ 300 kilogr. de zinc; l'opération diffère de celle que nous avons décrite en ce qu'au lieu de maintenir une température uniforme, on pousse le feu vers la fin de l'opération. On ne consomme par 24 heures que 1.200 kil. de houille, ce qui fait en tout 1.700 kil. de combustible pour 300 kil. de zinc. Ce métal renferme un peu de plomb, parce que la blende est associée avec de la galène; on le coule en lingots de 10 kil.

On traite isolément dans cette usine, comme nous l'avons déjà dit, de la blende grillée deux fois. Pendant un temps on a tiré de cette blende seule jusqu'à 45 p. o/o de zinc; aujourd'hui on n'obtient plus que 19 à 20 p. o/o. Cette différence dans les résultats paraît due à ce que le grillage n'est pas aujourd'hui poussé aussi loin qu'il l'était autrefois.

A Prayon on charge par 24 heures 900 kil. de minerai avec un volume égal de charbon; on n'obtient que 125 kil. de zinc; la consommation de houille dans le foyer est de 1200 à 1500 kil.; on emploie donc pour 1 partie de zinc de 13 à 15 parties de combustible.

Résidus de la distillation. Gueuses de creuset.

Les résidus de la distillation des calamines varient avec la nature des minerais traités. Dans les usines de la Vieille-Montagne ils sont plus ou

moins fondus, suivant la place des creusets dont ils proviennent. Ainsi, dans les creusets inférieurs, il s'amasse après quelques jours de travail une couche de laitiers très-bien fondus, dont l'épaisseur va jusqu'à 25 millimètres. Généralement les résidus forment une masse noirâtre et très-spongieuse près des parois des creusets, tandis qu'au centre il n'y a qu'une poussière grise ou rouge brun, qui montre que la température n'y a pas été aussi élevée qu'au contact du creuset. Les laitiers ont des propriétés corrosives très-différentes, car il arrive souvent que des creusets chargés de matières vitrifiées résistent à côté d'autres dans lesquelles la matière fondue n'occupe qu'une très-faible épaisseur.

Assez souvent la masse spongieuse qui borde le creuset renferme des grenailles de fonte truitée et assez douce; quelquefois même ces grenailles se ramassent au fond du vase et le recouvrent de plaques de fonte bulleuse. A Prayon, beaucoup de creusets sont ainsi revêtus d'une couche de fonte qui atteint jusqu'à 1 centimètre d'épaisseur et couvre la moitié de leur circonférence.

Quant à la composition de ces résidus, elle a été donnée par M. Berthier dans le Traité de la voie sèche. Il a trouvé :

Zinc et oxyde de zinc. . . .	0,086
Fer métallique et oxyde. . .	0,100
Silicate de zinc.	0,575
Sable et argile.	0,190
Charbon.	0,049
	1,000

L'analyse d'un échantillon, provenant d'une des usines de la Vieille-Montagne, nous a donné :

Zinc métallique. . .	0,011
Oxyde de zinc. . . .	0,276
Oxyde de fer.	0,110
Silice et gangue. . .	0,367
Charbon.	0,233
	0,997

Il est assez difficile de prendre des essais un peu concluants de ces résidus. Ils se mêlent, en tombant des creusets, avec les escarbilles et les cendres de la chauffe. Je puis dire cependant que l'analyse ci-dessus représente la composition moyenne des résidus provenant de toute une charge.

J'ai trouvé une proportion de charbon plus forte que celle donnée par M. Berthier ; le chiffre de 23 p. 100 est, du reste, admissible, car sur 50 p. 100 introduits dans les creusets avec la calamine, il n'y a d'absorbé, pour la production de 30 kil. de zinc, que 6 kilog. de charbon. En attaquant les résidus par l'acide acétique, on reconnaît que sur 0,276 d'oxyde de zinc restant dans les cendres, 0,226 sont combinés avec le silice, et 0,05 sont de l'oxyde libre provenant du carbonate; enfin, en soumettant à une haute température, dans un creuset brasqué, 18 gr. de résidus grillés et calcinés avec addition de fondants, on trouvera que $23^g,75$ de résidus bruts contiennent $6^g,04$ ou 25 p. 100 de zinc.

Dans aucune des usines belges on ne tient compte de la proportion des résidus relativement au minerai. Toutefois, en admettant que sur les 50 kil. de charbon il en reste 20 kil., on peut arriver aux conclusions suivantes :

100 kil. de minerai calciné et 50 kil. de charbon donnent en résidu 36 kil. de matière fixe

(silice, gangue et oxyde de fer), 24 d'oxyde de zinc, dont 21 kil. combinés avec la silice et 20 de charbon; en tout 80 p. 150 ou 54 p. 100. En ne tenant pas compte du charbon pour 100 de minerai calciné on a 60 de résidu. Partant alors des analyses de minerai données au commencement de ce mémoire, on aurait pour la composition des résidus dans les usines de la Vieille-Montagne :

Oxyde de zinc. .	0,30	{ 5 provenant du carbonate. / 25 du silicate. }	24 de zinc.
Oxyde de fer. .	0,20		
Argile et silice. .	0,26		
Charbon.	0,24		

Il résulte de tout ceci que dans le procédé belge, le carbonate de zinc est seul décomposé, et que le silicate est tout à fait inattaqué, que la perte en zinc est réellement de 25 p. 100, mais qu'elle se réduit à 4 ou 5 p. 100, si on ne considère comme minerai de zinc que le carbonate.

A côté des résidus de la distillation, il est à propos de faire figurer de véritables cadmies appelées gueules de creusets, qui se déposent sur la paroi supérieure et à l'entrée des creusets, au point même où s'adapte le tube en fonte. Ces produits sont tout à fait analogues aux cadmies des hauts-fourneaux. Voici la composition de deux d'entre eux, provenant des usines d'Angleur et de Prayon :

	Angleur.	Prayon.
Oxyde de zinc. . .	0,94	0,91
Oxyde de plomb. .	traces.	0,03
Protoxyde de fer.	0,03	0,04
Résidu insoluble. .	0,03	0,02

Ces produits sont concassés et mélangés avec le minerai grillé pour être traités de nouveau.

Les crasses de zinc sont un mélange d'oxyde, de

zinc métallique et d'un peu de charbon; on les recueille, comme je l'ai déjà dit, à la surface du métal dans les cuillers qui servent à le couler. Ces crasses sont ajoutées au minerai dans les creusets supérieurs.

D'après des chiffres relevés sur les livres de la compagnie de la Vieille-Montagne, nous pouvons établir, d'une manière certaine, le prix de revient du zinc dans l'usine de Moresnet pour les années 1839 et 1840.

Les éléments de la dépense sont les suivants :

1839.

	Poids. k.	Prix des 1000 k. fr.	Valeur totale. fr.
Calamine calcinée. .	1.860.734	11,54	21.488,20
Houille.	3.702.930	19,65	72.790,43
Creusets.	7.088 cr.	2 la pièce.	14.176,00
Briques réfractaires.	38.396 k.	50	1.919,80
Terre réfractaire. . .	28.150	25	703,83
Fonte moulée. . . .	»	»	7.703,20
Fer et acier.	»	»	490,00
Main-d'œuvre. . . .	»	»	21.326,07
Frais divers.	»	»	2.169,52
Total.	»	»	142.767,05
Zinc brut produit. .	»	»	577.572 k.
Prix de revient des 1000 kil.			240 fr.

1840.

	Poids. k.	Prix des 1000 k. fr.	Valeur totale. fr.
Calamine calcinée. .	2.497.600	10,76	26.879,00
Houille.	4.605.800	22,70	104.351,73
Creusets.	11.335 cr.	2	22.670,00
Briques réfractaires.	46.010 k.	50	2.300,92
Terre réfractaire. .	50.084	25	1.153,00
Fonte moulée. . . .	48.804	23	11.225,00
Fer et acier.	»	»	1.799,44
Main-d'œuvre. . . .	2.603 journées de four.		33.597,17
Frais divers.	»		2.576,86
Total. .	»		206.553,20
Zinc brut produit. .	»		762.825 k.

Ces tableaux nous montrent qu'en 1839, la calamine calcinée a rendu 31,04 p. 100 de zinc, et que pour 100 kil. de zinc, on a employé 641k,12 de combustible (pour la réduction seule) et 320 k. de calamine calcinée provenant de 427 kil. de calamine crue; la calcination a exigé à elle seule 29k59 de charbon. Donc, pour 100 kil. de zinc en lingots, on a employé 670k,71 de houille.

En 1840, 100 kil. de zinc ont exigé, pour la réduction, 603k,20 de charbon et 326k,50 de calamine calcinée correspondant à 435,30 de calamine crue; la calcination a dépensé 30 kil. de charbon. Donc, pour 100 kil. de zinc, on a employé 633 kil. de houille.

En rapportant, pour l'année 1840, les dépenses aux 1.000 kil. de zinc brut et aux journées de four, on trouve :

	Pour 1000 k. de zinc.		Pour une journée de four.	
Calamine calcinée. .	3.265,00	35,23	960,00	10,33
Houille.	6.030,20	136,79	1.767,00	40,11
Creusets.	14,75cr. k.	29,71	4,35cr. k.	8,71
Briques réfractaires.	6,02	3,01	1,76	0,88
Terre réfractaire. .	6,56	1,64	1,92	0,48
Fonte.	»	14,71	»	4,31
Fer et acier.	»	2,35	»	0,66
Main-d'œuvre. . .	»	44,04	»	12,41
Frais divers.	»	3,38	»	0,99
		270,86		79,41

Il faudrait, pour avoir le prix réel des 1.000 kil. de zinc, ajouter aux dépenses ci-dessus ce qui est relatif aux frais généraux. Or, la production des trois usines de la Vieille-Montagne a monté, en 1840, à 4 millions de kilogrammes de zinc en lingots; les frais généraux rapportés aux mille kilogrammes de zinc devaient donc être assez fai-

bles; ils n'ont certainement pas dépassé 30 fr.; en admettant ce dernier chiffre, on a pour prix de revient de la tonne métrique de zinc 300 fr.; le prix de vente a atteint dans ces dernières années le chiffre de 1.000 fr. On peut juger par là du bénéfice énorme qu'ont fait les usines belges.

Pour les usines de Corfali et de Prayon, nous n'avons pas les éléments du prix de revient, mais il paraîtrait que dans la première il est à peu près le même qu'à la Vieille-Montagne, et que dans la seconde, on peut approximativement l'évaluer au double.

Comparaison du procédé belge et du procédé silésien.

Dans son mémoire sur la fabrication de zinc en Silésie (*Annales des mines*, t. 17), M. Callon compare le procédé qu'il décrit à celui qu'on emploie en Belgique. Cette comparaison peut être maintenant faite avec plus d'exactitude, puisque nous avons pour l'une et pour l'autre méthode les éléments nécessaires. Je me contenterai ici de faire les remarques suivantes :

1° Dans les plus grands fours de Silésie (les fours de 20 moufles), on ne traite que 500 kilog. de calamine en 24 heures, et on obtient 150 kil. de zinc. En Belgique, dans le même temps, on traite 1.000 kil., et on obtient 300 kil. de zinc. Il en résulte que l'économie de main-d'œuvre n'est pas aussi forte dans le procédé silésien qu'on pourrait le croire.

2° Dans ce procédé, le zinc a toujours besoin d'être refondu; en Belgique, on livre au commerce une grande quantité de zinc brut coulé en lingots dès qu'il est recueilli.

3° On prétend qu'on ne peut charger dans les moufles que du minerai concassé en petits morceaux. Dès lors le procédé cesse d'être avantageux

quand la matière sur laquelle on opère est forcément en poussière.

4° Si les résidus de la réduction ne sont pas fusibles, ou si leur volume n'est pas beaucoup moindre que celui du mélange à réduire, on perd l'avantage que présente le procédé silésien de ne pas vider les moufles à chaque charge.

5° On use beaucoup moins de moufles en Silésie que de creusets en Belgique, mais la fabrication des premières est plus difficile et plus lente. Dans l'une et l'autre méthode, il entre dans la construction des fourneaux des briques de forme particulière.

6° La consommation de combustible est excessivement moindre en Belgique qu'en Silésie.

7° Rien ne s'oppose à ce qu'on jouisse de tous les avantages que présente le procédé silésien pour la calcination du minerai, la cuisson des moufles, la fonte de zinc, etc., en tirant parti des flammes perdues qui sortent des fourneaux belges.

8° La surveillance et les frais d'administration ont lieu alors dans des conditions et à un taux pareils à ceux qu'on observe dans les usines silésiennes, qui ne doivent la plupart de leurs avantages, sous ce rapport, qu'à l'emploi des flammes perdues.

9° Les frais de premier établissement ne sont pas nécessairement moindres quand on emploie la méthode silésienne que dans le procédé belge.

10° Enfin, le prix de revient du zinc n'est pas plus élevé en Belgique qu'en Silésie.

Ce n'est pas à dire pour cela qu'il soit avantageux de substituer le procédé belge au procédé silésien ou *vice versâ*; mais je pense que, suivant

les cas, chacun peut être employé de préférence à l'autre dans les essais de traitement d'un minerai nouveau. Je compte, du reste, reprendre cette discussion en détail et en m'appuyant sur des chiffres exacts, dans une note où je rapporterai les essais faits à Poullaouen pour le traitement de la blende.

Quoi qu'il en soit, on a essayé, dans l'usine d'Angleur, d'employer le procédé silésien. Un four à réverbère fut construit pour recevoir des moufles qu'on fabrique à l'usine avec une assez grande difficulté. Cette tentative n'eut pas de suite; mais en 1841, au lieu de moufles, on plaça dans le four à réverbère des creusets cylindriques que l'on chargea tout à fait comme dans les fourneaux à vent. Voici quelques détails à ce sujet.

Le four consiste en trois chambres superposées (*fig.* 70, 71, 72). La première, en commençant par le haut, a une sole plane située au niveau de la chauffe, et séparée de celle-ci par un pont de $0^m,50$ de haut; la voûte est cylindrique : sa hauteur maximum au-dessus de la sole est auprès du pont et égale à $1^m,20$; à l'autre extrémité, elle n'est que de $0^m,60$; la profondeur du fourneau est de $2^m,12$, mais elle n'est utilisée que sur $1^m,36$ dans l'expérience dont il s'agit. Le fond du fourneau présente 4 rangées de saillies ou banquettes, et le devant, complétement ouvert, est garni de chapeaux de prêtre et de taques tout à fait comme dans les fours à zinc ordinaires. Cette première chambre communique par 4 ouvreaux carrés de $0^m,20$ de côté, et régulièrement disposés sur le milieu de la sole avec la seconde chambre située au-dessous; celle-ci a une hauteur maximum de $0^m,80$, et communique avec une troi-

sième par deux carneaux carrés de 0,40 de côté ; la seconde et la troisième chambre sont au-dessous du niveau du sol, en sorte que l'on peut facilement travailler sur toute la hauteur de la supérieure. Dans celles-ci sont disposées 4 rangées de creusets ; les deux premières en ont 10, la troisième 7, et la dernière un seul, placé aussi loin que possible du foyer ; la température est si élevée à la partie supérieure, que les creusets ne peuvent y résister ; le pyromètre de Wegwood y indique 110 degrés au milieu de la flamme et 90 dans l'intérieur des creusets. Au contraire, les deux rangées inférieures ne sont pas assez chauffées ; on remédierait facilement à cet inconvénient en abaissant la chauffe et le pont. A l'époque citée, on n'avait encore employé que des creusets ordinaires, mais on en fabriquait de 1^{m},40 de longueur, afin d'utiliser toute la profondeur du four.

La réduction se fait identiquement comme dans les fourneaux ordinaires ; on prétend que le rendement en zinc est le même, et que la consommation en combustible est réduite presqu'à moitié du taux habituel. On trouve l'avantage de pouvoir utiliser la flamme qui sort du four de réduction et qui, après avoir parcouru les 2 chambres ou plutôt les 2 fours inférieurs, se rend dans une chambre de condensation placée à côté du fourneau, et de là dans la cheminée. Cette disposition permet d'arrêter toutes les matières zincifères provenant des ruptures ou des fuites de creusets.

De la refonte et du laminage du zinc.

La refonte du zinc s'est faite pendant longtemps dans des chaudières hémisphériques en fonte de

1 mètre à $1^m,20$ de diamètre. Ces vases ont été depuis abandonnés, parce que le zinc les attaquait rapidement, et qu'il se formait sur les parois une croûte dont l'épaisseur allait continuellement en augmentant, non-seulement vers l'intérieur, mais encore du côté de la paroi en contact avec le combustible; la pureté de la masse entière était même altérée. On aurait peut-être remédié à cet inconvénient en garnissant intérieurement la chaudière avec des briques bien jointes, comme nous l'avons vu faire dans un atelier établi à Liége pour la galvanisation du fer.

Quoi qu'il en soit, ces vases en fonte sont aujourd'hui complétement abandonnés, et ont été remplacés par des fourneaux à réverbère. Nous donnons le dessin complet d'un de ces fourneaux établi à l'usine d'Angleur (*fig.* 111 à 114).

Fourneaux de refonte.

Il se compose; comme on le voit, d'une sole elliptique et inclinée vers l'arrière. Au point le plus bas se trouve un creuset hémisphérique dans lequel vient se rassembler le zinc fondu; la sole est en terre réfractaire; tout le reste du fourneau est construit en briques réfractaires. La première a 6 pieds 6 pouces ($2^m,294$) de long sur 4 pieds 4 pouces (1,528) de large. Elle est séparée de la chauffe par un pont de 9 pouces 1/2 de hauteur au-dessus de la sole, et de 12 pouces de large. La hauteur de la voûte au-dessus du pont, est de 1 pied 2 pouces. La grille est carrée et a 20 pouces de côté. La cheminée est placée sur le côté; les gaz chauds y sont conduits par un rampant de 11 pouces sur 5, qui prend naissance au-dessus de la porte par laquelle on puise le zinc, la seule, du reste, qui communique avec l'intérieur du fourneau. Une garniture en fonte préserve les pa-

rois de cette porte et l'ouverture du rampant de la destruction rapide à laquelle les expose le choc des outils. Le derrière du fourneau est lui-même recouvert d'une plaque de fonte représentée à part (*fig.* 114).

Sous la sole est pratiquée une voûte en plein cintre de 7 pieds 6 pouces de long et de 3 pieds 4 pouces de haut. En avant et du côté de la chauffe est creusée une fosse de 4 pieds de large sur 5 pieds 4 pouces de long, dont le sol est au même niveau que celui de la voûte.

Un pareil four est d'une construction très-simple. On creuse sur l'emplacement qu'on a choisi une cavité rectangulaire de 5 pieds de profondeur sur 10 de long et 9 de large. On élève la voûte qui s'étend sous la sole, en même temps que les parois du cendrier. On passe ensuite au massif supérieur du fourneau en laissant vide la place que doit occuper la sole; puis après avoir battu celle-ci et l'avoir séché, on construit la voûte. On n'emploie, du reste, que des briques de forme ordinaire.

Un four à refondre le zinc est ordinairement accolé à un four destiné au réchauffage des plaques.

Il entre, dans la construction des deux fours 32.000 briques ordinaires (de $0^m,22$ sur 0,11, et 0,055), et dans celle de la cheminée, de 60 pieds de hauteur au-dessus du sol, 24.000 briques ordinaires; en tout, 56.000. Il faut y ajouter 3.000 briques réfractaires pour les fours, 3.000 kil. de terre à creusets, et 343 pieds cubes de pierres de de taille pour la base de la cheminée.

Opération de la refonte.

A Tilff, on charge dans le four de refonte 2.000 kilog. de zinc en lingots; on fait cinq charges en

24 heures ou 35 par semaine; pendant ce temps, la dépense en combustible est de 2.400 kil. On emploie donc $3^{kil.},43$ de houille pour 100 kil. de zinc à refondre. Le déchet est de 4 p. 100.

La conduite d'une opération est très-simple. On introduit les lingots par la porte ouverte sur le derrière du four, et on le coule dans les lingotières quand il est tout fondu; la seule précaution à prendre est d'empêcher, pendant la fonte, l'entraînement par volatilisation et l'oxydation du zinc; pour la coulée, il faut avoir soin que les lingotières soient bien horizontales et un peu chaudes.

Le déchet en zinc est dû non-seulement à l'entraînement par volatilisation, mais encore à la formation d'oxyde de zinc, et aux bavures métalliques qui se sont formées pendant la fonte et pendant le moulage des lingots.

A l'usine d'Angleur, sur 348.652 kil. de zinc soumis à la refonte, on a obtenu 327.131 kil. de zinc en lingots et 20.712 kil. de crasses qui sont un mélange de zinc métallique et d'oxyde de zinc.

La perte par volatilisation ne peut être au maximum que de 4.953 kil. ou 1 1/2 pour 100 de zinc obtenu. Le déchet total est de 6,17 p. 100 de zinc employé, ou 6,58 p. 100 du zinc obtenu.

Parmi les crasses, on sépare autant de zinc métallique que possible pour le repasser dans la prochaine fonte; le reste est traité dans les fours de réduction.

En comptant à 32 francs les 100 kil. de zinc brut, on aura au plus 2 fr. de perte pour 100 kil. dans la refonte. Le prix du zinc obtenu monterait

donc déjà à 34 fr., non compris la main-d'œuvre et le combustible.

A Prayon, on évalue qu'il faut 5 p. 100 de charbon pour la refonte du zinc; qu'il y a 2 p. 100 de perte par évaporation, et 6 p. 100 en crasses, d'où on retire environ la moitié du zinc. La dépense totale de la refonte est de 4 francs par 100 kilogrammes.

Les lingotières employées pour couler le zinc refondu sont tout à fait pareilles aux grandes lingotières découvertes que nous avons décrites et figurées à propos de la réduction. On donne aux lingots des épaisseurs différentes, de manière à faire varier leur poids de 10 à 24 kil., suivant le nombre de feuilles qu'on veut obtenir. Pour les feuilles les plus fortes, on a des lingotières spéciales où on peut couler 34 kilogrammes de zinc à la fois.

Les plaques et les feuilles à laminer sont réchauffées dans un four dormant analogue à ceux qu'on emploie pour la tôle de fer. La sole a $1^m,80$ de long sur $1^m,50$ de large; elle est surmontée d'une voûte dont l'axe est parallèle à sa plus grande longueur, et qui se raccorde avec une autre voûte construite au-dessus de la chauffe. Un pont sépare la grille de la sole; il n'y a qu'un seul rampant placé à l'extrémité de cette dernière, au-dessus de la porte par laquelle on introduit la charge. Cette porte a les mêmes dimensions que la section intérieure du fourneau, c'est-à-dire $1^m,50$ de large et $0^m,50$ de hauteur sous clef. Le fourneau est tout entier construit en briques qui n'ont besoin d'être très-réfractaires que dans la chauffe et les parties voisines. Une plaque de fonte ancrée sur le derrière du fourneau est disposée

pour recevoir la trappe également en fonte qui sert à fermer l'ouverture du fourneau. Sur la sole reposent quatre barres de fer également espacées qui s'étendent sur presque toute sa longueur et ont $0^m,04$ d'épaisseur et $0^m,08$ de large; elles ne sont pas fixées à la maçonnerie; aussi, quand elles sont trop chaudes, on peut les sortir pour les faire refroidir. On commence par placer sur les barres de fer quatre à cinq piles de lingots qui s'élèvent jusqu'au sommet de la voûte. On les laisse dans le four un temps variable suivant sa température, en moyenne, pendant une demi-heure. Quand on opère sur du zinc qui n'a pas été refondu, on le chauffe plus qu'il ne faut pour le laminer, puis on le laisse refroidir. On prend la même précaution avec le zinc provenant des poussières. On dégrossit les plaques une à une, puis on les recoupe à une longueur déterminée à l'aide d'une cisaille dont nous parlerons plus loin. A l'usine de Tilff on commence par préparer ainsi toutes les plaques de zinc qui seront complétement laminées dans les 24 heures, en leur donnant des dimensions variables suivant les échantillons qu'on veut obtenir. On réchauffe ensuite de 7 à 12 feuilles à la fois en les plaçant à plat et au-dessus les unes des autres sur les barres de fer qui recouvrent la sole; on les met ordinairement très-près de la porte, et on ouvre celle-ci quand le four s'échauffe trop, afin de le refroidir. Le réchauffage des plaques dure à peu près de 10 à 25 minutes. Cette chaude est le plus souvent suffisante pour obtenir les feuilles demandées dans le commerce.

Les cylindres des laminoirs sont en fonte; ils ont, suivant les localités et suivant leur temps de service, de 30 à 40 centimètres de diamètre. A

Tilff il y a deux trains mus par deux roues hydrauliques de Poncelet, dont la force est évaluée à 60 chevaux chaque. A Angleur il n'y a qu'un train de cylindres mu par une machine à vapeur de 45 chevaux. A Prayon le moteur est une roue hydraulique à aubes planes de 45 chevaux.

Les plaques à laminer sont déposées sur deux barres de fer placées en avant des cylindres et inclinées de haut en bas, de sorte que leur extrémité inférieure aboutit un peu au-dessous du plan horizontal tangent aux deux cylindres. Comme on lamine toujours plusieurs plaques à la fois, on a soin, quand elles reposent sur ces deux barres, de les superposer exactement les unes aux autres.

Lorsque les feuilles ont une petite dimension, un seul ouvrier les introduit toutes à la fois entre deux cylindres, à l'aide d'une pince à mâchoires larges et planes. A leur sortie du laminoir elles viennent se poser sur une table inclinée de bas en haut et recouverte d'une feuille de tôle. Deux ouvriers les y saisissent latéralement et les repassent en un seul ou en deux paquets au lamineur situé de l'autre côté. Quand les feuilles ont de grandes dimensions, il faut deux ouvriers à l'avant et à l'arrière des cylindres. La température à laquelle se fait le laminage est très-faible. Au commencement elle est telle que la salive projetée sur le zinc s'évapore immédiatement; à la fin on peut très-bien supporter la chaleur des feuilles avec la main. On vérifie de temps en temps l'épaisseur des feuilles avec un gabarit sur lequel sont pratiquées 26 entailles correspondant à 26 numéros différents. Quand on est arrivé au point convenable, on s'occupe de l'ébarbage.

La cisaille consiste en une mâchoire de fonte

sur laquelle est attachée, à l'aide de boulons, un couteau d'acier dont le tranchant vient glisser le long d'une autre barre d'acier. Celle-ci est fixée latéralement à une table en bois, de 2 mètres de long, sur le côté de laquelle est adapté à l'une des extrémités l'axe autour duquel tourne la cisaille; celle-ci reçoit son mouvement d'une bielle et d'une manivelle placée sur l'arbre des laminoirs. Les feuilles sont placées une à une, par deux ouvriers, sur la table dans laquelle sont enfoncés des clous qui indiquent la distance comprise entre chacun d'eux et la cisaille, et par suite la largeur ou la longueur des feuilles dont le bord passe par l'un d'eux. On taille successivement chaque côté; les longs sont recoupés en deux fois. L'habileté de l'ouvrier consiste à faire ce recoupement en ligne droite.

Le déchet dû à l'ébarbage varie de 25 à 50 p. o/o du zinc obtenu; il va même quelquefois à 100 pour 100. Les bavures sont toujours plus épaisses que le reste. L'épaisseur des feuilles varie de 1/10 de millimètre à 3 millimètres. Les numéros les plus usuels sont de 7 à 13; les feuilles qu'ils comprennent ont de 0^{m},0005 à 0^{m},0015. Les feuilles ont 49,65 et 81 centimètres de largeur sur une longueur variable de 2 à 3 mètres; celles qu'on fabrique pour le doublage des navires ont une largeur de 38 centimètres sur une longueur de 1^{m},30. Le poids du mètre carré varie de 4 kil. à 18^{k},90 pour les feuilles d'une épaisseur de 0,00055 (3 points) à 0,0026 (1 ligne 2 points).

Un train de laminoir emploie 7 ouvriers : 1 chauffeur, 4 lamineurs et 2 ouvriers pour la cisaille. La consommation en combustible est de 5 à 6 kil. de houille pour 100 kil. de zinc soumis

au réchauffage. A Tilff on réchauffe à la fois 2.400 kil. de zinc en lingots, qu'on dégrossit et débite ensuite en plaques. Autrefois, dans cette usine, on ne pouvait pas produire plus de 40.000 kil. de zinc laminé par mois. Aujourd'hui, si les renseignements que nous possédons sont exacts, la production serait beaucoup plus grande; ainsi on laminerait par jour 6.000 kil. de zinc en lingots, rendant environ 4.000 kil. de zinc laminé. La production mensuelle irait donc à 100.000 kil. Ce chiffre peut très-bien ne pas être exagéré, car les laminoirs que la société de la Vieille-Montagne possède en France atteignent ce chiffre, et ils ne font que 32 tours par minute, tandis que ceux de Tilff, dont le moteur a été reconstruit à neuf, en font 45.

La dépense du laminage est évaluée à 6 fr. par 100 kil. de zinc en lingots, ou environ 10 fr. par 100 kil. de zinc laminé.

EXPLICATION DES PLANCHES.

1. Carte géologique des environs de la Vieille-Montagne.
2. Plan de l'exploitation de la Vieille-Montagne en 1842. Les différentes lignes courbes tracées sur ce plan représentent les limites des différents gradins horizontaux pratiqués aux différents niveaux.

3, 4, 5, 6, 7, 8. Coupe longitudinale suivant l'axe, et coupes transversales du gîte.

9, 10, 11, 12. Coupes longitudinales et transversales du gîte de la Nouvelle-Montagne.

13 et 14. Deux coupes de l'amas de Corfali, près Huy.

15, 16, 17, 18. Plan, élévation et coupes d'un four de calcination de la Vieille-Montagne.

19. Section verticale d'un four de calcination de Prayon.

20. Plan de l'usine d'Angleur.
   A. Bâtiment pour la manipulation des terres réfractaires.
      1, 2. Magasins et séchoirs à air froid.
      3. Moulin à broyer et pétrissoir.
      4. Machine à vapeur.
      5. Chaudières de la machine.
      6. Briqueterie.
      7. Fours à poterie pour la cuisson des terres et des briques.
      8. Séchoir à vapeur au rez-de-chaussée. Atelier de creusets à litage.
      9. Tour et machine à clous.
         Sous toute l'étendue de ce bâtiment sont des caves destinées au pourrissage des terres.
   BB' Fonderie. Le bâtiment B est seul exécuté.
      1. Four de réduction.
      2. Four à chauffer les creusets.
      3. Magasins à outils, tubes, etc. Bureau du contre-maître.
   C. Bâtiment du laminoir.
      1. Laminoirs.
      2. Machine à vapeur.
      3. Chaudières.
      4. Fourneau de refonte et fourneau à chauffer les lingots.
      5. Bureau du garde-magasin.
      6. Magasin de zinc et atelier d'emballage.
      7. Magasin à calamine.
   D. Atelier des forgerons.
   E. Atelier des ouvriers en bois.
   F. Bâtiment de l'administration.
   G. Emplacement d'une fonderie d'objets en fonte.
   H. Écurie.
   I. Loge du portier.
   J. Fosses d'aisance.
21. Plan de deux segments inférieurs d'un moule à creusets.
22. Élévation d'un de ces segments et fragment du supérieur.
23. Coupe d'*idem*.
24. Coupe horizontale du cercle en fer qui sert à réunir deux segments.

25. Elévation du même suivant AB.
26. Coupe et élévation du même suivant BC.
27 et 28. Coupe horizontale et verticale d'un creuset.
29. Coupe longitudinale et coupes transversales d'un tube en terre.
30. Coupe longitudinale et coupes transversales d'un tube en fonte.
31. Allonge en tôle.
32, 33, 34 et 35. Outils pour la fabrication des creusets.
36 et 37. Moules pour les tubes en terre.
38. Moule d'un coussinet de voûte pour le foyer des fours de réduction.
39. Moule d'un voussoir pour la voûte d'*idem*.
40. Moule d'un chapeau de prêtre.
41, 42, 43. Plan et coupes d'un chapeau de prêtre.
44. Plan de la partie supérieure d'un four de réduction (sans les armatures).
45. Coupe des rampants suivant la ligne RS de la *fig*. 55.
46. Coupe de l'intérieur du four suivant EFGH d'*idem*.
47. *Idem* — E'F'G'H'.
48. Coupe suivant IK de la *fig*. 55, et plan de la sole à la Vieille-Montagne.
49. *Idem*, à Angleur.
50. Coupe suivant CD de la *fig*. 55, au-dessus de la grille.
51. Coupe du cendrier suivant AB.
52. Elévation antérieure d'un four.
53. Coupe suivant LMNP de la *fig*. 55.
54. Élévation latérale d'un four.
55. Coupe suivant *cd* de la *fig*. 44.
56. Section transversale d'un barreau de grille.
57, 58, 59. Élévation et coupes d'un fourneau de réduction à Pragon.
60. Elévation de face d'un fourneau de réduction à Corfali.
61. Disposition des plaques de fonte qui forment la devanture du fourneau.
62. Coupe horizontale d'un four à briques ou à creusets, au-dessus de la grille.
63. Coupe d'un four à briques au-dessus de la sole.
64. *Idem* à creusets, *idem*.
65. Elévation de face d'un four à briques.

67. *Idem* — à creusets.
68 et 69. Coupes verticales d'un four à creusets et d'un four à briques.
70, 71 et 72. Coupe horizontale, élévation et coupe verticale d'un fourneau à réverbère essayé à Angleur pour la fonte du minerai de zinc.
73. Plan d'une portion de fonderie de zinc montrant la disposition, relativement au four de réduction, des outils fixes nécessaires à son service, savoir :
1° bâche à mélange, 2° bâche à charger, 3° table de service, 4° bâche à crasser, 5° bâche à poussière, 6° lingotières, 7° banc à décrasser les tubes, 8° bâche pleine d'eau pour les outils.
74. Élévation du mur de façade de la fonderie. Les arcades ne sont entièrement ouvertes qu'en face des fours de réduction; dans les intervalles elles sont fermées jusqu'au sommet des pieds-droits par un petit mur en briques.
75. Élévation du grand mur qui soutient le faîte de la toiture et dont l'axe se confond avec celui des massifs de réduction.
76. Elévation longitudinale d'une bâche à charger.
77. Élévation suivant AB.
78. Coupe suivant CD.
79 et 80. Deux élévations de la table de service.
81 et 82. Élévation et coupe longitudinale de la cuiller à charger.
83 et 84. Coupes transversales aux deux extrémités.
85. Petit grattoir pour le tirage du zinc.
86. Cuiller pour recueillir le métal qu'on fait couler des tubes avec le petit grattoir.
87. 88 et 89. Plan, coupe longitudinale et coupe transversale des lingotières ordinaires.
90. Plan, coupe longitudinale et élévation latérale d'une petite lingotière.
91. Coupe horizontale d'une lingotière à siphon.
92. Plan d'*idem*.
93 et 94. Coupes transversales suivant AB et CD.
95 et 96. Plan et élévation du support en fonte de la lingotière.
97. Palette à écumer.
98 et 99. Plan et coupe longitudinale de la bâche à crasses.

100. Petite pince pour arracher les tubes en fonte.
101. Grande pince pour arracher les creusets à remplacer.
102 et 103. Plan et coupe transversale du banc à décrasser les tubes en fonte.
104. Grand grattoir pour vider les creusets.
105. Herpais pour détacher les matières adhérentes aux creusets.
106. Plan et élévation de la bâche à poussière de zinc.
107. Plan et élévation du couvercle de la précédente.
108. Croc à supporter les creusets qu'on porte dans le four de réduction.
109. Lattes pour soutenir ces mêmes creusets.
110. Burin pour décrasser les tubes en fonte.
111. Coupe horizontale, au-dessus de la sole, d'un fourneau de refonte.
112. Coupe verticale suivant l'axe de la sole.
113. Elévation du four du côté de la chauffe.
114. Plaque de fonte placée à l'arrière du fourneau.

CHIMIE. (Extraits.)

(Travaux de 1843.)

1. *De la* ventilation *des lampes à huile et à gaz;* par M. Faraday. (Bibl. univ., t. XLVI, p. 337.)

Une livre d'huile contient environ 0,12 d'hydrogène, 0,78 de carbone et 0,10 d'oxygène; brûlée, elle produit 1,06 livre d'eau et 2,86 d'acide carbonique; l'oxygène qu'elle enlève à l'air est égal à celui que contiennent 13,27 pieds cubes d'air. Une livre de gaz de charbon de Londres contient en moyenne 0,30 d'hydrogène et 0,70 de carbone; elle produit par sa combustion 2,7 d'eau et 2,56 d'acide carbonique, en consommant 4,26 pieds cubes d'oxygène, quantité égale à celle qui est contenue dans 19,3 pieds cubes d'air. Une pinte d'huile produit, par conséquent, plus d'une pinte d'eau. Une lampe d'Argant à courant d'air, dans une pièce fermée, produit dans quatre heures deux pintes et demie d'eau qui se dépose sur les vitres, sur les murs et sur les meubles; il serait donc très-utile d'enlever et de rejeter au dehors toute la vapeur et tout le gaz qui proviennent de la combustion. Voici comment on peut y parvenir.

Le support qui soutient le verre de la lampe est disposé de manière à porter un second tube en verre fermé par le haut, plus long et plus large que le premier, et qui le recouvre en entier. Le

support a une ouverture latérale qui établit une communication entre le tube en verre extérieur et un canal ventilateur métallique qui aboutit au dehors. Tout l'air brûlé qui s'élève dans le verre intérieur, redescend dans l'espace compris entre ce verre et le verre extérieur, d'où il pénètre dans le canal ventilateur. Celui-ci suit le bras qui soutient l'appareil, ou selon la position qu'occupe la lampe, il remonte le long du mur pour emmener au dehors l'air vicié, ou bien il va rejoindre un canal central si la lampe est suspendue au milieu de l'appartement.

La lampe est parfaitement renfermée dans ce système; cet arrangement est du plus charmant effet, et en même temps il a l'avantage de procurer une augmentation de lumière qui, dans certains cas, peut s'élever jusqu'à un quart.

---

2. *Appareil à laver les* PRÉCIPITÉS; par M. Violette. (Rev. Scient., t. XVI, p. 303.)

La filtration est une des opérations les plus fréquentes dans les laboratoires, soit qu'elle ait pour but d'obtenir des liqueurs claires et limpides, soit qu'elle ait pour objet de laver des précipités. Dans ce dernier cas, le lavage demande un temps souvent fort long, et le chimiste s'impatiente par l'obligation de verser périodiquement de l'eau dans le filtre. Il importait de confier ce soin à un appareil qui pût fonctionner seul, sans exiger aucune attention de la part de l'opérateur. Celui que nous proposons a le mérite d'une simplicité et d'une construction facile; il peut servir à laver les précipités les plus faibles comme les plus vo-

lumineux. L'inspection de la *fig.* 1, *Pl. VIII*, rendra sa description plus facile.

Une tige de gros fil de fer *s*, fixée dans un disque en bois *t* sert de support; le long de la tige *s* peuvent glisser deux anneaux en fil de fer *x* et *y*, dont l'un supporte une fiole et l'autre un entonnoir. Sur l'entonnoir *a*, muni d'un filtre, est renversée une fiole *b* pleine d'eau; à celle-ci est adapté fortement, à l'aide d'un bouchon, un petit tube *c* ouvert aux deux bouts, dont une des extrémités *m* affleure intérieurement le bouchon et dont l'autre *n* plonge légèrement dans l'eau qui remplit le filtre; à cette dernière extrémité sont pratiquées, vis-à-vis l'une de l'autre, deux petites ouvertures circulaires *o o'* (*fig.* 2).

Voici le jeu de l'appareil : lorsque, par suite de l'abaissement du liquide dans le filtre, les ouvertures immergées se découvrent, l'air s'y introduit et s'élève bulle à bulle dans la fiole; en même temps, l'eau se déverse dans le filtre et recouvre bientôt les orifices en arrêtant l'écoulement; celui-ci recommence, quand les orifices se découvrent, pour cesser lorsqu'ils s'immergent de nouveau; ainsi de suite, jusqu'à ce que la fiole soit entièrement vidée.

L'eau tombe dans le filtre verticalement et soulève légèrement le précipité. Si on trouvait de l'inconvénient à cette agitation, on y remédierait facilement en fermant l'extrémité *n* du tube *c*, soit à la lampe d'émailleur, soit avec un petit disque de liége, et pratiquant deux à deux, au-dessus l'une de l'autre, quatre ouvertures circulaires (*fig.* 3); par les deux supérieures *o o'*, l'air intérieur s'introduira dans la fiole, et par les deux inférieures *v v'*, l'eau s'écoulera dans le filtre dans

une direction horizontale. Un long usage nous a fait adopter la première disposition comme plus simple et aussi convenable.

Le tube *c* a 0^m,10 à 0^{m}12 de long, et 0^m,006 de diamètre intérieur au moins; si le diamètre était moindre, l'appareil ne fonctionnerait pas. Les ouvertures circulaires ont 0^{m}004 de diamètre environ; elles se pratiquent en perçant le tube avec un burin ou plus simplement en l'usant contre l'arête circulaire d'une meule mobile. Il est indispensable que le bouchon ferme hermétiquement et empêche la rentrée de l'air extérieur dans la fiole. Quelquefois l'appareil s'amorce difficilement dans le commencement; il suffit de le secouer légèrement pour le faire fonctionner aussitôt.

On peut substituer au tube *c* précédemment décrit un autre tube plus simple encore : l'extrémité *n* (*fig.* 4) est seulement façonnée en deux biseaux opposés, qui remplacent avantageusement les ouvertures circulaires; cette disposition s'obtient en usant sur une meule ou un grès le tube de verre : celui-ci doit dans ce cas avoir 0^m,008 de diamètre intérieur environ.

---

3. *Mémoire sur la compression des* LIQUIDES; par M. Aimé. (Ann. de Chim., t. VIII, p. 257.)

Le liquide soumis à l'expérience a été descendu dans la mer à des profondeurs correspondantes à des pressions qui ont varié entre 86 et 220 atmosphères. (*Voyez* le mémoire original pour la description de l'appareil et du mode d'opérer.) Voici les résultats obtenus corrigés de l'effet dû à la contraction du verre.

Tableau des compressions de plusieurs liquides à la température de + 12° 6 et à celle de 0°.

Liquides.	à + 12° 6.	à 0°. (MM. Sturm et Collardon.)
Eau douce.	0,0000502	0,0000488
Alcool à 32°.	0,0000682	»
Alcool à 40°.	0,0000996	0,0000944
Acide oxalique.	0,0000479	»
Acide acétique.	0,0000512	»
Acide sulfurique. . . . ($So^3.Ho$).	0,0000332	0,0000302
Acide chlorhydrique. .	0,0000432	»
Ammoniaque.	0,0000376	0,0000363
Eau de mer.	0,0000413	»
Sulfate de soude. . . .	0,0000444	»
Naphte.	0,0000756	»
Térébenthine.	0,0000657	0,0000713
Mercure.	0,0000040	0,0000033

Ces expériences vérifient la proportionnalité de la compression à la pression jusqu'à 220 atm.

En se servant toujours de la pression de l'eau de la mer, j'ai reconnu que l'hydrogène bicarboné se liquéfiait sous une pression de 121 atm., et j'ai trouvé 0,44 pour densité approximative du liquide formé, celle de l'eau étant prise pour unité. Le bioxyde d'azote se liquéfie sous 121 atm. et l'oxyde de carbone a 165 atm. Le gaz fluosilicique a 105. L'oxygène, l'hydrogène et l'azote n'ont pu être condensés sous 165 atm. de pression.

4. *Mémoire sur les* PHÉNOMÈNES CHIMIQUES *produits au contact*; par MM. Reiset et Millon. (Ann. de Ch., t. VIII, p. 280.)

Si, dans un appareil convenablement disposé, on fait arriver de l'oxygène sur un mélange intime de mousse de platine et de substance organique, on obtient ainsi de véritables combustions à des températures peu élevées.

L'acide tartrique fournit déjà de l'eau et de l'acide carbonique à + 160°; la décomposition est à peu près complète au-dessous de 250°.

Pour les sucres, l'action commence à 140 ou 150°; elle est complète à 250°.

Le beurre donne de l'acide carbonique de 90 à 100°, et l'huile d'olive entre 80 et 90°.

Les mêmes substances ne brûlent dans l'oxygène, en l'absence de la mousse de platine, qu'à une température beaucoup plus élevée.

En chauffant au même bain d'alliage deux tubes, l'un contenant du nitrate d'argent avec huit ou dix fois son poids de mousse de platine, l'autre du nitrate pur, on trouve que la décomposition du nitrate dans le tube qui renferme le platine est complète avant qu'il se dégage de l'oxygène de l'autre tube. La mousse de platine favorise aussi la décomposition du chlorate de potasse, comme on pouvait s'y attendre.

Avec le nitrate d'ammoniaque, la décomposition du sel mêlé de platine commence à 160°, et au lieu d'obtenir de l'eau et du protoxyde d'azote, on n'obtient que de l'eau, de l'acide nitrique et de l'azote.

La pierre ponce agit sur le nitrate d'ammonia-

que d'une manière analogue, mais un peu moins nette.

Non-seulement le platine et la pierre ponce abaissent ainsi le degré de température qui produit la décomposition, mais ils permettent d'obtenir des produits que ne fournit pas la matière organique chauffée seule. Ainsi, avec l'acide tartrique on trouve en chauffant dans le même bain les deux tubes, que du côté du platine les produits restent limpides, incolores et cristallins; le gaz qui se dégage est entièrement absorbable par la potasse. Du côté de l'acide tartrique sans platine, la matière se boursoufle, se charbonne et dégage un mélange de plusieurs gaz.

L'acide oxalique résiste à l'influence de la mousse de platine et de la pierre ponce, et fournit dans ces divers cas par la chaleur les mêmes produits de décomposition que l'acide chauffé seul. Mais le contact du charbon en poudre apporte au contraire la plus grande perturbation dans son mode de décomposition.

Ainsi, la mousse de platine, la pierre ponce et le charbon constituent trois agents de contact très-différents. Ils ne possèdent point une activité absolue et peuvent être à l'égard de plusieurs substances les uns actifs, les autres inactifs.

---

5. *Nouveau moyen* EUDIOMÉTRIQUE; par M. Dupasquier. (Ann. de Ch., t. IX, p. 247.)

L'hydrate de protoxyde de fer absorbant rapidement l'oxygène de l'air, j'utilise cette propriété pour faire l'analyse de l'air. J'emploie un tube gradué en cent parties de 30 cent. de longueur, dont la partie inférieure, usée à l'émeri, entre dans

un obturateur qui s'y ajuste exactement. Pour faire l'analyse, on remplit le tube d'air sur la cuve à eau jusqu'à la division 100. On introduit dans l'obturateur 2 gr. de potasse et 5 de sulfate de protoxyde de fer ; on le plonge dans l'eau et on y ajuste le tube, puis on retire l'appareil bien fermé de la cuve à eau et on l'agite horizontalement pendant une demi-heure ; on le remet sur l'eau et on examine la quantité de gaz absorbée.

---

6. *Sur les combinaisons du* PHOSPHORE *avec le soufre*; par M. Berzélius. (Comptes rendus de M. Berzélius, 1843, p. 24 et 131.)

J'ai fait des recherches sur les combinaisons du phosphore avec le soufre, qui étaient, à peu d'exceptions près, inconnues jusqu'à présent.

Je vais passer en revue les résultats généraux de ces investigations. Le soufre et le phosphore se combinent dans les mêmes proportions que l'oxygène et le phosphore. A chaque degré d'oxydation connu correspond une combinaison sulfurée dont la composition atomique est la même. Les combinaisons qui correspondent à l'acide hypophosphoreux, à l'acide phosphoreux et à l'acide phosphorique, sont des sulfides qui saturent la même proportion atomique de base, de telle façon que 1 atome de sulfide hypophosphoreux sature 1 atome de sulfo-base, tandis que le sulfide phosphoreux et le sulfide phosphorique saturent 2 atomes de base.

Tant qu'on n'expose pas le soufre et le phosphore ensemble à une température supérieure à 100°, il ne se forme ni sulfide phosphoreux ni

sulfide phosphorique, mais un sulfure phosphorique dépendant de la quantité de soufre, du sulfide hypophosphoreux, ou un sur-sulfure phosphorique qui cristallise par le refroidissement dans un liquide qui est du sulfide hypophosphoreux.

Si, au contraire, on chauffe un mélange de soufre et de phosphore au delà de 100°, je n'ai pas pu déterminer le nombre de degrés, le phosphore brûle aux dépens du soufre, si ce dernier est en quantité suffisante, et forme du sulfide phosphorique. Les deux corps étant à l'état fondu et liquide au moment où le phénomène lumineux a lieu, et le produit étant en outre volatil, la combustion est accompagnée d'une explosion très-violente et d'un phénomène lumineux très-intense. Cette opération est dangereuse, tant sous le rapport d'explosion en général que sous le rapport des dégâts qui peuvent être occasionnés par le feu. Ceci explique donc les explosions signalées par différents chimistes pour prévenir les accidents qui peuvent arriver par la fusion d'un mélange de soufre et de phosphore, mais dont on ne connaissait pas la cause.

Le sulfure phosphorique et le sulfide hypophosphoreux peuvent être obtenus dans deux modifications isomériques différentes, dont l'une est liquide, jaune, et s'oxyde à l'air en dégageant de l'acide phosphoreux, et dont l'autre est rouge et ne s'altère pas dans l'air à la température ordinaire.

Les combinaisons de phosphore et de soufre qui appartiennent à la première modification s'obtiennent simplement en fondant ensemble des proportions pesées exactement. On peut opérer

cette fusion soit dans de l'eau bouillie, soit dans un tube bien bouché, mais il faut avoir soin d'attendre un moment avant de commencer à chauffer, pour que le phosphore ait le temps d'absorber l'oxygène. L'influence de cette petite quantité d'air sur le changement qu'elle occasionne dans les proportions est indifférente. La fusion s'exécute dans une niche de poêle, où la température ne dépasse pas 100°, ou bien au bain-marie; de cette manière elle s'opère tranquillement et sans aucune espèce de danger d'explosion.

Le *sulfure phosphorique* est un liquide limpide, incolore, peu fluide et qui se fige à quelques degrés au-dessous de 0°, en présentant une masse de cristaux déliés et incolores. Il distille sans altération dans un courant de gaz hydrogène; il n'adhère pas plus au verre que le mercure. Il fume à l'air et répand une odeur d'acide phosphoreux. Il s'enflamme ordinairement spontanément, si on l'expose à l'air dans un corps poreux qui en est pénétré. A chaud, il dissout une plus grande quantité de phosphore, qui cristallise par le refroidissement; les alcalis caustiques le convertissent, à la température ordinaire de l'air, en une dissolution d'hypophosphite et un polysulfure du radical de l'alcali, tandis que le phosphore est mis en liberté. Aux environs de 100°, il dégage de l'hydrogène phosphoré qui s'enflamme spontanément.

Le *sulfide hypophosphoreux* est un liquide transparent, d'un jaune pâle, qui distille sans altération dans un courant de gaz hydrogène. La vapeur de ce liquide est incolore. Il conserve sa fluidité à une température où le précédent se fige; mais à une température inférieure il se prend

en une masse composée de cristaux déliés. Exposé à l'air, il fume et répand à la fois une odeur d'acide phosphoreux qui se forme à cette occasion et une odeur nauséabonde de chloride sulfurique. Dans l'air humide, il se vaporise et donne naissance, par la condensation de ses vapeurs, à un liquide fort acide qui est composé d'acide phosphorique et d'acide sulfurique. Quand on l'abandonne pendant longtemps à l'air dans un verre de montre, il forme une masse acide, blanche et humide, qui présente des cristaux déliés de l'hypersulfure, et qui se compose de soufre divisé dans une liqueur acide qui contient de l'acide phosphorique et de l'acide sulfurique. Dans l'air sec, il s'oxyde aussi, ainsi qu'il a été dit page 299, et produit un corps brun qui se décompose, au contact de l'eau, en acide phosphorique, en un peu d'acide sulfurique et en hydrate d'oxyde phosphorique d'un beau jaune qui ne se dissout pas. Les alcalis caustiques lui font subir la même décomposition, à cela près qu'il se forme une plus grande quantité de polysulfure et moins de phosphore libre. Il se combine à l'aide de la chaleur avec les sulfo-bases, sous forme anhydre, et produit un très-fort dégagement de chaleur. Une chaleur plus forte encore détruit la combinaison et met le sulfide hypophosphoreux inaltéré en liberté.

Si l'on ajoute du soufre à du sulfide hypophosphoreux et qu'on chauffe le mélange à une température intermédiaire entre 30° et 100°, le soufre se dissout, si ce dernier ne dépasse pas de beaucoup le poids du sulfide, et il se dépose par le refroidissement de grands cristaux d'un jaune de soufre bien déterminés, qui ont été décrits

auparavant par M. *Dupré*. Ces cristaux fument à l'air et sont imprégnés de la liqueur mère, dont on peut les débarrasser en les exposant à une atmosphère qu'on maintient au maximum d'humidité, où elle peut s'oxyder. Ils ne sont pas composés de $P + 3S$, ainsi que M. *Dupré* l'a signalé, mais de $P + 12S$, et représentent un hypersulfure analogue à l'hypersulfure cristallisé de l'arsenic.

Les combinaisons de soufre et de phosphore à l'état de la modification solide se forment quand on soumet le sulfide hypophosphoreux à l'influence d'une température plus élevée et d'un carbonate alcalin ou d'une sulfo-base puissante.

Le *sulfure phosphorique rouge* s'obtient en chauffant, à une température qui ne soit pas trop élevée, dans un tube à réaction fermé par un bouchon qu'on a soin de ne pas enfoncer fortement, un mélange d'une petite quantité de sulfide hypophosphoreux avec du carbonate sodique anhydre. La manière la plus convenable de chauffer le tube est de le placer sur un bain de sable, sur lequel on met une capsule en métal remplie d'eau, qu'on maintient en ébullition uniforme. Par la décomposition d'une partie du sel sodique, il se forme du sulfo-phosphite sodique et du sulfure phosphorique, qui, sous l'influence de la masse alcaline, se colore peu à peu en rouge à partir de la partie inférieure. L'opération dure quelques heures; quand on trouve que la masse ne rougit plus dans la partie supérieure, on laisse refroidir le tube, on le coupe un peu en dessous du bord rouge supérieur, et on le laisse tomber immédiatement dans l'eau pour empêcher la masse mise à nu de s'enflammer. Une poudre d'un beau

rouge cinabre foncé gagne le fond du vase; l'eau ne la dissout pas, on la lave et on peut la sécher à l'air en l'étendant en couche mince. Quand elle est en masse, elle s'enflamme facilement. Elle ressemble à l'oxyde phosphorique qui se forme, conjointement avec de l'acide phosphorique, par la combustion du phosphore. Chauffée dans un appareil distillatoire, traversée par un courant d'hydrogène, elle fonce de plus en plus et finit par paraître noire, mais elle reprend sa couleur primitive par le refroidissement. Quand on la chauffe plus fortement, elle se volatilise sans fondre, et ce qui se condense est du sulfure phosphorique liquide à l'état de la première modification.

Le *sulfide hypophosphoreux* s'obtient, à l'état de la seconde modification, en chauffant, dans un appareil rempli de gaz hydrogène, un mélange de sulfide hypophosphoreux liquide et de sulfure manganeux anhydre et poreux, préparé par voie humide et chauffé préalablement dans un courant de gaz sulfide hydrique. La combinaison s'effectue avec violence et avec une élévation de température très-rapide, qui fait distiller l'excès de sulfide hypophosphoreux. Il faut ensuite soumettre le résidu lui-même à la distillation, mais à une chaleur très-modérée, parce que le sulfure manganeux abandonne facilement le sulfide hypophosphoreux. On obtient ainsi une combinaison vert jaunâtre, que l'on traite par de l'acide chlorhydrique; il se dégage de l'hydrogène sulfuré, le liquide dissout du chlorure manganeux, et le sulfide hypophosphoreux reste sous forme d'une poudre rouge orange insoluble qu'on n'a plus qu'à laver et à sécher.

A l'état sec, elle est orange, légèrement rougeâtre; elle ne s'enflamme que vers 80°, brûle avec une flamme analogue à celle du phosphore, et répand une abondante fumée. La distillation sèche la fait passer par les mêmes phases que le sulfure; elle noircit, se volatilise sans fondre, et le produit de la distillation est du sulfide hypophosphoreux liquide et jaune. L'ammoniaque en dissout une faible quantité et prend une couleur jaune; les acides la précipitent inaltérée de cette dissolution. Elle se dissout également en faible proportion dans la potasse caustique, mais la partie dissoute est du sulfide phosphoreux; il se dégage, pendant l'opération, de l'hydrogène phosphoré qui ne s'enflamme pas spontanément.

En soumettant au même traitement du sulfure zincique, préparé par voie humide et chauffé ensuite dans un courant d'hydrogène sulfuré, on obtient une combinaison qui a une couleur rouge de minium; cette combinaison se décompose par l'acide chlorhydrique en sulfure zincique qui se dissout, et en un corps insoluble d'une belle couleur rouge de minium, qui s'enflamme à l'air vers 50° et dont la composition est représentée par P^2S+PS, c'est-à-dire 1 at. de sulfide hypophosphoreux et 1 at. de sulfure phosphorique, l'un et l'autre à l'état de la modification rouge. La combinaison zincique, quand elle est convenablement saturée, est composée de $\acute{Zn}P^2S+\acute{Zn}PS$. Elle se comporte comme les précédents à la distillation dans une atmosphère d'hydrogène, et produit une combinaison correspondante à l'état de la modification liquide.

On sait que le phosphore existe dans plusieurs

modifications allotropiques, dont les plus caractéristiques sont les suivantes : 1° le phosphore ordinaire, cristallin à froid, presque incolore, demi-transparent, et qui se distingue par les fumées qu'il répand dans l'air et son oxydation lente dans ce milieu ; 2° la modification rouge, qui résulte de l'exposition du précédent à la lumière solaire, même dans le vide barométrique ; celle-ci ne fume ni ne s'oxyde à l'air, et passe sous l'influence de la distillation à l'état de la modification ordinaire. On voit, par conséquent, d'une manière parfaitement évidente, que les combinaisons sulfurées liquides renferment la première modification, et que les combinaisons rouges au contraire renferment la seconde modification.

Si l'on reporte ces considérations sur les autres combinaisons isomériques du phosphore, on n'hésitera pas à admettre que l'oxyde phosphorique jaune, qui se forme à la température ordinaire de l'air, contient le phosphore ordinaire; et que l'oxyde rouge foncé, qui se forme conjointement avec de l'acide phosphorique quand le phosphore brûle dans l'air, renferme la modification rouge.

On mettra difficilement en doute que l'acide phosphorique qu'on obtient au moyen du phosphore et de l'acide nitrique, renferme le phosphore ordinaire : d'où il résulte très-probablement que l'acide pyrophosphorique est l'acide du phosphore rouge au maximum d'oxydation.

Nous possédons deux gaz hydrogènes phosphorés ; celui qui s'obtient en traitant le phosphore ordinaire par une lessive de potasse nous montre, par la propriété qui le caractérise de s'enflammer spontanément, qu'il contient le phos-

phore ordinaire. L'autre gaz, qui ne possède pas la propriété de s'enflammer spontanément, doit, au contraire, renfermer la modification rouge; car on l'obtient en chauffant à une douce chaleur les combinaisons sulfurées rouges dans une lessive de potasse, ou bien en exposant le gaz qui s'enflamme spontanément à la lumière directe du soleil, qui exerce la même influence sur le phosphore contenu dans le gaz que sur le phosphore ordinaire à l'état isolé. M. *H. Rose* a découvert deux modifications isomériques du nitrure de phosphore : l'une s'obtient à froid, elle est incolore et reste incolore quand on la chauffe; l'autre se prépare à l'aide de la chaleur, elle est peu colorée, mais elle devient plus foncée, et enfin noire quand on la chauffe, et reprend sa couleur claire par le refroidissement, circonstance qui indique la présence du phosphore rouge comme dans les combinaisons sulfurées.

Ces différents rapprochements confirment ce que j'ai dit dans le Rapport de 1840, p. 7, sur les modifications isomériques, savoir : qu'elles ne sont pas toujours dues à un groupement différent des atomes, mais aussi à l'état allotropique différent dans lequel se trouve l'un des éléments ou tous les deux, ce qui n'empêche en aucune façon l'isomorphie d'avoir lieu également. Le phosphore, par conséquent, a non-seulement constaté cette importante circonstance, mais il présente en même temps la propriété remarquable de nous permettre de distinguer avec quelque sécurité l'état allotropique dans lequel se trouve le phosphore dans chacune des modifications isomériques.

Dans ce qui précède, j'ai passé sous silence l'a-

cide métaphosphorique, parce que je ne l'envisage pas comme une modification isomérique particulière de l'acide phosphorique, mais comme une combinaison d'acide pyrophosphorique avec de l'acide phosphorique anhydre, exactement selon l'exemple que présente l'acide tartrique dans ses deux états d'acide tartralique et d'acide tartrélique. (Voy. Rapp. de 1839, p. 371-377, Ed. S.) La meilleure preuve en faveur de cette opinion se trouve dans les analyses qui ont été faites pour déterminer la composition des métaphosphates: les uns renferment 1 at. d'acide anhydre sur 1 at. de pyrophosphate, d'autres renferment la même quantité de l'acide anhydre sur 2 at. de pyrophosphate.

Le *sulfide phosphoreux* s'obtient en chauffant un mélange de 1 at. d'hyposulfophosphite manganeux et de 2 at. de soufre dans un courant d'hydrogène, jusqu'à ce qu'il ne reste plus que du sulfure manganeux; ou bien aussi en sublimant un mélange de sulfide hypophosphoreux rouge avec 2 at. de soufre. La combinaison est accompagnée d'un dégagement de chaleur qui volatilise immédiatement une petite quantité du mélange, mais il n'y a aucun danger. Le sulfide phosphoreux, tel qu'on l'obtient par la sublimation, est amorphe, jaune pâle et transparent; il se conserve longtemps à l'état mou, comme $S\gamma$, et devient opaque par la solidification. Quand on l'expose à l'air humide, le phosphore qui y est contenu s'oxyde très-rapidement, et l'on obtient un mélange de soufre et d'acide phosphorique liquide. Il ne fume ni ne luit dans l'obscurité. Les alcalis caustiques et carbonatés le dissolvent facilement; dans le dernier cas, il se dépose du sou-

fre. La dissolution dans les premiers, traitée par des acides, le reproduit sous forme de précipité.

Le *sulfide phosphorique* se prépare de la même manière que le précédent, mais on prend 4 at. de soufre. La combinaison du sulfide hypophosphoreux rouge avec le soufre s'effectue avec un dégagement de chaleur un peu plus intense, mais néanmoins sans danger. Le sulfide phosphorique cristallise, soit par le refroidissement quand il est à l'état liquide, soit par une sublimation lente. Il est jaune pâle. Les cristaux sont demi-transparents, peu colorés, et quelquefois striés dans le sens de la longueur. Il se dissout avec la plus grande facilité dans les alcalis caustiques et carbonatés, mais il en est complétement décomposé, de manière que les acides ne précipitent de sa dissolution que du soufre, celui-ci même en très-faible proportion relativement à la quantité qui est en dissolution.

Sulfosels. — J'ai examiné quelques sels formés de combinaisons sulfurées de phosphore et de sulfobase. Ceux qui contiennent des sulfures alcalins ont si peu de stabilité en présence de l'eau que je n'ai pas pu en étudier les propriétés. J'ai réussi néanmoins à en préparer par voie sèche avec des sulfures métalliques.

Je ne peux citer qu'une seule combinaison de sulfure phosphorique avec une sulfobase. C'est celle dont il a été question ci-dessus, et qu'on obtient quand on chauffe un mélange de sulfure zincique et de sulfide hypophosphoreux, avec la précaution de ménager le feu de manière à volatiliser entièrement le sulfide dans le courant de gaz hydrogène, sans cependant en chasser de la combi-

naison rouge avec le sulfure zincique. Elle est composée de $\dot{\text{Zn}}\,\text{P}^2\text{S} + \dot{\text{Zn}}\,\dot{\text{P}}$.

Hyposulfophosphites. Quand on chauffe dans un courant de gaz hydrogène un mélange de sulfures métalliques et de sulfide hypophosphoreux liquide, ils se combinent avec un dégagement de chaleur plus ou moins fort et forment $\dot{\text{R}}\,\dot{\text{P}}$; à une température plus élevée, ils perdent le sulfide en tout ou en partie, et laissent une combinaison de $\dot{\text{R}}^2\dot{\text{P}}$, qui supporte la chaleur rouge sans se décomposer. Les sulfures métalliques les plus électro-positifs le retiennent le plus faiblement sous l'influence d'une température élevée, tandis que les sulfures cuivrique et argentique, par exemple, le retiennent avec beaucoup plus de force. Comme ces sels ne présentent de l'intérêt, pour le présent, que parce que leur existence a été démontrée, je ne m'y arrêterai pas longtemps.

$\dot{\text{Mn}}\,\dot{\text{P}}$ est vert jaunâtre et perd le sulfide phosphoreux à une température bien inférieure à la chaleur rouge; les acides le décomposent, dissolvent le sulfure manganeux, et laissent $\dot{\text{P}}$ à l'état de modification rouge.

$\dot{\text{Fe}}\,\dot{\text{P}}$ est une poudre noire qu'on peut faire bouillir avec de l'acide chlorhydrique sans l'altérer.

$\dot{\text{Cu}}\,\text{P}$ est une poudre brun foncé; soluble en très-faible quantité dans l'acide chlorhydrique. La dissolution est jaunâtre; l'eau en précipite la combinaison brune.

$\dot{\overline{\text{Cu}}}\,\text{P}$ est brun hépatique, et se forme quand

on chauffe au rouge obscur la combinaison précédente à l'abri du contact de l'air.

$\dot{Hg}\,\dot{P}$ est un corps pulvérulent orange.

$\dot{\overline{Hg}}\,\dot{P}$ est sublimable en cristaux rouge clair et brillants qui se laissent réduire en une poudre orange.

$\dot{Ag}\,\dot{P}$ est noir; quand on le broie, il donne une poudre brun foncé violacé.

Sulfophosphites. On prépare ces sels en chauffant dans un courant de gaz hydrogène un mélange de 1 poids at. de $\dot{R}\,\dot{P}$ et de 2 poids at. de soufre. La formule de ces composés est $\dot{R}^2\,\dddot{P}$; la moitié du sulfide phosphoreux sublime dans cette opération. Exposés à une forte chaleur, ils laissent $\dot{R}\,\dot{P}$.

$\dot{Fe}^2\,\dddot{P}$ est une poudre grossière, foncée et jaunâtre, douée d'un éclat métallique faible; elle est insoluble dans l'acide chlorhydrique.

$\dot{Cu}^2\,\dddot{P}$ est pulvérulent et d'un jaune brunâtre.

$\dot{Hg}^2\,\dddot{P}$ est une poudre blanc-jaunâtre qui se décompose sous l'influence de la chaleur en $\dot{Hg}^2\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ et $\dot{\overline{Hg}}^2\,\dot{P}$.

$\dot{Ag}\,\dddot{P}$ est gris quand il est en masse, et produit une poudre jaune pâle.

Sulfophosphates. On les obtient quand on chauffe dans un courant de gaz hydrogène un mélange de $\dot{R}\,\dot{P}$ et de 4 poids atomiques de soufre; la moitié du sulfide phosphorique sublime

dans cette opération et se dépose à l'état cristallisé. La formule de ces sels est $\dot{R}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

$\dot{Cu}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ est une poudre jaune clair, qui devient facilement basique quand on l'expose à une trop forte chaleur, mais la couleur ne change pas.

$\dot{Hg}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ sublime en cristaux blanc jaunâtre brillants et un peu transparents.

$\dot{Ag}^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ éprouve une fusion incomplète, et présente, après le refroidissement, une masse jaune à cassure terreuse. Par la pulvérisation, il donne lieu à une poudre d'un brun jaune foncé. Soumis à la distillation sèche, il laisse une poudre noire de $\dot{Ag}^2 P$.

---

7. *Mémoire sur les combinaisons du* PHOSPHORE *avec l'*HYDROGÈNE ; par M. Paul Thénard (Comptes rendus, t. XVIII, p. 652 et 914).

Il existe au moins trois phosphures d'hydrogène : l'un solide, l'autre liquide, le troisième gazeux.

Le phosphure d'hydrogène gazeux est le gaz hydrogène phosphoré non spontanément inflammable. Il se prépare facilement et s'obtient parfaitement pur en projetant du phosphure de calcium dans de l'acide chlorhydrique presque fumant au moyen d'un tube vertical plongeant dans le liquide acide. En même temps que le gaz prend naissance, il se produit une matière jaune qui paraît être du phosphure d'hydrogène solide.

Lorsqu'au lieu d'acide, on emploie de l'eau, le

gaz est toujours spontanément inflammable, mais il n'est jamais pur et contient toujours du gaz hydrogène dont la quantité s'accroît avec la durée de l'expérience, et néanmoins la quantité réelle de gaz hydrogène phosphoré est plus grande que sous l'influence de l'acide. Ces différences tiennent à ce qu'avec l'eau seule, il se fait un hypophosphite et à ce que le phosphure d'hydrogène solide, produit d'abord, se décompose ensuite; tandis qu'avec l'acide il n'y a pas d'acide hypophosphoreux formé et qu'il y a au contraire formation de beaucoup de phosphure d'hydrogène solide. Aussi la quantité d'hydrogène libre est-elle toujours en raison directe de l'acide hypophosphoreux et en raison inverse du phosphure hydrogéné solide.

L'hydrogène phosphoré spontanément inflammable perd cette propriété par son contact avec le protochlorure de phosphore, les acides chlorhydrique et bromhydrique. La lumière hâte la décomposition et produit un dépôt de phosphure d'hydrogène solide déjà signalé par M. Leverrier.

Soupçonnant que la cause de l'inflammabilité spontanée du gaz pouvait dépendre d'une très-petite quantité de matières très-inflammables que le gaz entraînait en vapeur, je fis passer plusieurs litres de gaz dans des tubes en U refroidis à —20° en ayant soin de chauffer légèrement l'appareil de dégagement, et je vis se condenser un liquide incolore, parfaitement limpide et qui s'enflammait spontanément au contact de l'air; ce phosphure est liquide au-dessous de + 10°. Il peut être gazéifié sans décomposition à l'abri de la lumière. Sous l'influence de celle-ci, il se change en gaz non spontanément inflammable et en phosphure d'hy-

drogène solide. La décomposition s'effectue d'après la formule suivante :

$5PhH^2$	$=$	Ph^2H	$+$	$3PhH^3$
Phosphore liquide.		Ph. solide.		Phosphore gazeux non spontanément inflammable.

Pour conserver le phosphure liquide, il faut le placer dans des tubes fermés et enterrés profondément dans du sable. A la lumière, même diffuse, les tubes éclateraient.

Les corps qui enlèvent à l'hydrogène phosphoré son inflammabilité spontanée, décomposent instantanément le phosphure liquide.

Le phosphure liquide peut rendre inflammables d'autres gaz que l'hydrogène phosphoré. Le cyanogène, le gaz oléfiant, l'hydrogène, brûlent spontanément à l'air quand ils contiennent de la vapeur de ce phosphure.

Le gaz hydrogène phosphoré Ph H^3 devient spontanément inflammable à la température de 100° environ. Ce fait explique comment M. H. Rose a cru transformer le gaz non spontanément inflammable en gaz inflammable en décomposant par de l'ammoniaque les combinaisons du gaz hydrogène phosphoré non inflammable, avec le chlorures de titane et d'étain. La chaleur dégagé par la réaction produit seule l'inflammation du gaz, car, en opérant la décomposition sur le mercure, on trouve que le gaz refroidi n'est plus inflammable spontanément.

Ces considérations et les propriétés du phosphure liquide rendent raison des faits observés par M. H. Rose et M. Graham et éclaircissent singulièrement l'histoire des combinaisons hydrogénées du phosphore.

8. *Nouveau réactif pour déterminer la présence de l'*ARSENIC; par M. Bevan. (Bib. de Gen., t. XLVIII, p. 392.)

On verse dans un tube étroit une certaine quantité d'acide nitrique, étendu de quatre fois son poids d'eau, de manière à en remplir la moitié; on y introduit une tige de cuivre bien décapée et on fait couler au-dessus de l'acide un peu de suif qui, en se refroidissant, forme un diaphragme qui sépare la partie plongée de la tige de celle qui est au-dessus. Sur ce diaphragme on place la dissolution arsenicale, et au bout de six heures l'arsenic métallique se trouve séparé sur la tige. On peut, à l'aide de ce procédé, en reconnaître et en apprécier quantitativement jusqu'à un centième de grain. Une tige de zinc donne le même résultat et plus promptement encore.

---

9. *Nouveau moyen de préparation du* CYANOGÈNE; par M. Kemp. (J. d'Erd., t. XXXI, p. 63.)

On fait un mélange intime de 5 p. de cyanoferrure de potassium parfaitement sec et de 9 p. de perchlorure de mercure et on soumet ce mélange à la chaleur dans une cornue de verre; il se dégage du cyanogène en même temps qu'il passe du mercure, et il reste dans la cornue une substance de couleur foncée qui n'est autre chose qu'un mélange de chlorure du potassium et de cyanure de fer.

---

10. *Sur l'*AZOTURE DE BORE *et ses combinaisons avec les métaux*; par M. W. Balmain. (Phil. Mag., juin 1843.)

J'avais déjà annoncé avoir obtenu des combinaisons d'azote avec le bore et le silicium qui formaient, avec certains métaux, des composés doués de propriétés très-spéciales. Aujourd'hui je suis parvenu à isoler l'azoture de bore; et comme ses propriétés ont beaucoup de rapport avec celles du cyanogène ou azoture de carbone, je propose de lui donner un nom analogue, celui d'*éthogène*, que je tire de la propriété qu'a ce corps de former avec les métaux des composés qui répandent une lumière phosphorique très-vive et très-belle lorsqu'ils sont chauffés au chalumeau dans la flamme oxydante. Ses combinaisons porteraient le nom d'éthonures.

L'*éthogène* se prépare en faisant rougir dans un creuset de Hesse recouvert de charbon, sept parties d'acide borique bien sec réduit en poudre fine avec neuf parties de mellon; dès que le creuset est assez refroidi pour qu'il puisse être manié, il faut se hâter d'enfermer, dans des bouteilles bien sèches et bien closes, la poudre légère et cohérente que l'on trouve dans son intérieur.

L'éthogène a la forme d'une poudre blanche, légère, comme la magnésie calcinée; il est infusible et fixe à la chaleur blanche. Chauffé au chalumeau, il brûle rapidement avec une flamme verte, mais sans phosphorescence. Exposé à l'air pendant quelques secondes, puis chauffé dans un tube, il donne une quantité perceptible d'ammoniaque. Chauffé avec de la potasse hydratée, il fournit beaucoup d'ammoniaque. L'hydrogène a une chaleur rouge

naissant est sans action sur l'éthogène; il en est de même du chlore et de l'iode à la température ordinaire. L'éthogène est insoluble dans l'eau, mais il lui communique une réaction alcaline. Les acides sulfurique et azotique le décomposent avec effervescence, et il reste de l'acide borique après l'évaporation. Il détone avec le chlorate de potasse et le nitre. Chauffé au rouge avec le potassium et le zinc, il s'y combine et forme des éthonures de ces métaux.

L'*éthonure de potassium* se prépare directement en chauffant l'éthogène avec du potassium, en évitant un excès du métal et en chauffant le produit avec de l'acide nitrique pour enlever l'excès d'éthogène. On peut l'obtenir aussi en chauffant pendant une heure au rouge blanc, dans un creuset brasqué et recouvert d'un autre creuset, un mélange de sept parties d'acide borique en poudre fine et de vingt parties de cyanure de potassium, ne contenant ni eau ni fer.

L'éthonure de potassium est solide, léger, infusible, insoluble dans l'eau même bouillante, insoluble dans la potasse liquide, les acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, la solution de chlore; inaltérable à l'air, sans action sur les papiers réactifs les plus sensibles lorsqu'on l'humecte et le met en contact avec eux. Chauffé avec la potasse hydratée, il laisse dégager beaucoup d'ammoniaque. Dans la flamme désoxydante du chalumeau, il n'éprouve aucune altération et ne donne aucune couleur; dans la flamme oxydante, il donne une couleur d'un vert foncé et se fond lentement en un verre qui reste transparent à chaud et à froid. Si on le place alors sur des papiers réactifs après l'avoir humecté, il brunit le curcuma et rap-

pelle au bleu le tournesol rougi par les acides. Lorsqu'on expose une large surface d'éthonure de potassium en poudre à la flamme extérieure du chalumeau, ou que l'on y place un tube qui en est imprégné, il présente une belle phosphorescence verte, due sans doute à la formation d'acide borique sur la surface; et si on le transporte dans la flamme intérieure, on le voit rougir au centre, tandis que les bords, en contact avec l'oxygène de l'air, offrent une vive teinte verte. Jeté sur du chlorate de potasse fondu, il détone avec une lumière d'un vert tendre; il détone aussi avec le nitre. Chauffé avec du potassium ou du sodium, du plomb ou du zinc, il n'éprouve aucune altération. Le chlore, l'iode, le soufre, le perchlorure de mercure ne le décomposent ni à chaud ni à froid. L'hydrogène peut le décomposer à la chaleur rouge, mais il se décompose avec dégagement d'ammoniaque, à une température au-dessous du rouge, par le contact avec la vapeur d'eau ou toute autre substance qui peut fournir de l'eau, comme la potasse hydratée, l'hydrate de chaux, l'argile, l'acide phosphorique hydraté, le phosphate de soude. Il reste sans altération, même à la chaleur du rouge naissant, dans l'acide chlorhydrique. Je crois qu'il n'est pas décomposé par l'acide fluorhydrique, car en ayant mélangé une petite quantité avec une forte proportion de fluorure de calcium et une quantité suffisante d'acide sulfurique et avoir chauffé tant que les fumées apparurent, puis enlevé le sulfate de chaux restant par l'acide nitrique, j'ai trouvé que l'éthonure de potassium, après ce traitement, donnait encore de l'ammoniaque lorsqu'il était chauffé avec de l'hydrate de chaux.

L'éthonure de zinc se prépare aussi directement

en chauffant de l'éthogène et du zinc en limaille fine à la température à laquelle le zinc se sublime, et en lavant le résidu avec de l'acide nitrique; ou bien en chauffant ensemble, à la chaleur blanche, dans un creuset brasqué, une partie d'acide borique anhydre et deux parties et demie de cyanure de zinc.

L'éthonure de zinc est solide, blanc; il dégage beaucoup d'ammoniaque lorsqu'on le chauffe avec un mélange de chaux hydratée et de carbonate de potasse. Il est insoluble à chaud et à froid dans l'eau, les acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, la potasse et l'ammoniaque. Il n'est pas décomposé, même au rouge vif, par l'hydrogène ou le chlore, ni par le sublimé corrosif, le potassium ou le sodium. Il est infusible au chalumeau, mais il donne, dans la flamme oxydante, une phosphorescence bleue très-brillante, qu'il émet de même lorsqu'il est simplement jeté dans la flamme d'une lampe à l'alcool. Jeté sur du chlorate de potasse fondu, il détone avec un dégagement de lumière d'un bleu pâle.

L'*éthonure de plomb* peut être formé en chauffant du chlorure de plomb avec de l'éthonure de zinc, ou du cyanure de plomb avec de l'acide borique. On peut aussi le faire directement. Sa phosphorescence est verte.

L'*éthonure d'argent* se fait directement ou en chauffant le chlorure d'argent avec l'éthonure de zinc. Il est blanc, léger, inaltérable aux réactifs, même à l'action du chlore ou de l'hydrogène au rouge vif. Il donne une très-belle phosphorescence d'un vert très-vif.

J'ai également obtenu des combinaisons d'éthogène avec plusieurs autres métaux par le

même procédé, c'est-à-dire en chauffant leurs chlorures avec l'éthonure de zinc, mais en trop petite quantité pour les examiner en détail.

---

11. *Sur l'*ÉTHOGÈNE *et les* ÉTHONURES; par M. W. Balmain. (Phil. Mag., juillet 1843.)

On obtient facilement l'éthogène : 1° en chauffant ensemble 58 p. de bicyanure de mercure, 5 p. de soufre et 7 p. d'acide borique; 2° en chauffant ensemble du sulfocyanogène et de l'acide borique.

On obtient directement les éthonures en chauffant l'éthogène avec des sulfures métalliques, ou en soumettant à l'action de la chaleur du soufre, du bicyanure de mercure, de l'acide borique et du sulfure du métal que l'on désire combiner à l'éthogène, dans des proportions telles qu'il y ait 2 at. de sulfure, 2 at. d'acide borique, 3 at. de cyanogène et 3 at. de soufre.

On purifie les éthonures en les faisant bouillir dans l'eau régale et les lavant ensuite soigneusement. Ils sont tous blancs et infusibles.

L'éthogène attire l'humidité de l'air avec une si grande rapidité et il se décompose si vite qu'il acquiert l'odeur de l'ammoniaque même dans des flacons bouchés.

---

12. *Sur la présence du* SULFATE D'ÉTAIN *dans l'acide sulfurique du commerce*; par M. Dupasquier. (J. de Pharm., t. IV, p. 102.)

L'acide sulfurique du commerce contient toujours du sulfate d'étain, qui doit provenir des

soudures des chambres de plomb dans lesquelles on le fabrique ; lorsqu'après l'avoir étendu de cinq à six fois son poids d'eau, on y fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, il s'y forme un précipité d'un brun jaunâtre, composé de sulfure d'arsenic et de sulfure d'étain, et d'autant plus foncé que la proportion d'étain est plus grande. En traitant ce précipité par l'acide nitrique, tout l'arsenic se dissout, et l'étain reste à l'état d'oxyde blanc.

13. *Note sur le sulfate de plomb contenu dans les* ACIDES SULFURIQUES *du commerce ;* par M. Dupasquier. (J. de Pharm., t. IV, p. 103).

L'acide sulfurique concentré et bouillant dissout une certaine quantité de sulfate de plomb, mais il abandonne la plus grande partie de ce sel, quand on le mélange avec de l'eau. La portion qui reste en dissolution, non plus que celle qui est tenue en suspension, n'éprouve aucune altération par l'hydrogène sulfuré, en sorte que ce réactif ne peut pas servir pour faire reconnaître la présence du plomb dans l'acide sulfurique concentré ou même étendu d'eau.

14. *Recherches sur l'*EAU RÉGALE *et sur un produit particulier auquel elle doit ses principales propriétés ;* par M. Baudrimont. (J. de Pharm., t. V, p. 49.)

Quoique l'eau régale soit connue depuis plusieurs siècles, et quoique l'on en fasse un fréquent usage, elle n'a été l'objet que d'un très-petit nom-

bre de recherches de la part des chimistes. On pense généralement qu'elle doit la propriété de dissoudre l'or à la présence du chlore libre ; cependant, en 1831, M. Edmond Davy a publié un mémoire dans lequel il tend à démontrer que le produit actif de l'eau régale est un gaz particulier formé de volumes égaux de chlore et de bioxyde d'azote non condensés. Il dit que ce gaz a un poids spécifique de 1,759, et il lui donne le nom de gaz *chloronitreux*. Le procédé suivi par M. Edmond Davy pour obtenir ce gaz consiste à mettre en présence le chlorure sodique ou potassique fondu, et l'azotate hydrique concentré. La nature des matières réagissantes et la composition du gaz chloronitreux indiquent bien nettement qu'il est impossible d'obtenir ce gaz sans qu'il soit mêlé de chlore, comme le démontre cette équation :

$$4AzO^6H + 3ClNa = 3AzO^6Na + AzO^2, Cl^2 + Cl.$$

La présence du chlore dans le prétendu gaz de l'eau régale n'ayant point dû permettre d'en étudier les propriétés d'une manière convenable, j'ai pensé que de nouvelles recherches ne seraient pas sans intérêt. C'est leur résultat que je vais faire connaître.

Lorsque l'on chauffe un mélange de deux parties pondérables d'acide nitrique et de trois parties d'acide chlorhydrique du commerce, un gaz rouge commence à se dégager vers la température de + 86 degrés. Si l'on fait passer ce gaz dans un tube en U, dont la paroi externe plonge dans de la glace pilée, on le prive des parties condensables qu'il aurait pu entraîner. L'expérience a appris que les premières portions de gaz sont mé-

langées de gaz chlorhydrique, et que les dernières seulement sont suffisamment pures.

Ce gaz ne rougit point le papier de tournesol bien sec, mais il le décolore en quelques heures; il le rougit lorsqu'il est humide. À 0 degré, l'eau en dissout 0,3928 de son poids, ou 121 fois son volume. Cette liqueur est rouge clair; elle a un poids spécifique de 1,1611. Renfermée dans un tube scellé à la lampe, elle n'est point décolorée par l'action des rayons solaires longtemps prolongée. Elle possède d'ailleurs toutes les propriétés connues de l'eau régale.

Le gaz de l'eau régale attaque plusieurs métaux, tels que l'or et le platine : l'arsenic et l'antimoine, pulvérisés, brûlent dans ce gaz avec lumière lorsqu'on les y projette; mais, chose singulière, il exerce à peine une action sensible sur le phosphore, même lorsque l'on fait entrer ce corps en fusion à l'aide de la chaleur. Le produit actif de l'eau régale ne s'unit point directement aux oxydes métalliques : il donne un chlorure et un azotate par une réaction facile à expliquer. La quantité de chlorure formé dépasse toujours celle indiquée par la théorie, c'est-à-dire deux équivalents contre un d'azotate, sans doute parce que ce produit décompose les azotates et les transforme en chlorures.

Lorsque l'on fait arriver le gaz de l'eau régale dans des tubes effilés, plongés dans un mélange réfrigérant formé de sel marin et de glace pilée, il se liquéfie.

Le produit liquide est rouge foncé, mais beaucoup moins que l'acide hypochloreux. Il entre en ébullition à — 7°,2; son poids spécifique à + 8 degrés = 1,3677. Son coefficient de dilata-

tion, mesuré au-dessus de son point d'ébullition dans des tubes fermés, croît très-rapidement.

Entre 0° et + 6°, il est de 0,0020091 ;
Entre + 6°,4 et + 18°,4, il est de 0,0035648.

Introduit dans un tube de 12 millimètres de diamètre intérieur, contenant un autre tube de 3^{mm},25 de diamètre extérieur et de 1^{mm},20 de diamètre intérieur, la différence des deux niveaux du liquide à + 6°,8 = 5 millimètres.

De nombreux essais ont été tentés pour déterminer l'indice de réfraction de ce liquide, ainsi que sa chaleur spécifique et la chaleur latente de sa vapeur; mais les résultats que j'ai obtenus sont trop imparfaits pour les livrer à la publicité.

Le poids spécifique du gaz rouge de l'eau régale, déterminé par deux procédés différents, est d'environ 2,49.

Le liquide attaque tous les métaux que l'on met en contact avec lui. Avec l'argent pulvérulent, provenant de la réduction du chlorure de ce métal, il fait explosion et disparaît immédiatement. Il s'évapore sans attaquer le phosphore.

L'analyse a indiqué que le produit actif de l'eau régale est formé d'azote, d'oxygène et de chlore dans les rapports suivants :

Azote. . . .	0,126	175	= Az
Oxygène. . .	0,224	300	= 3O
Chlore. . . .	0,650	885	= 2Cl
	1,000	1,360	= AzO_3Cl_2

La composition de ce produit indique qu'il peut être représenté par une formule semblable à celle de l'acide azotique anhydre, car $\overline{AzO_3O_2}$ est semblable à $\overline{AzO_3Cl_2}$. Cela étant, et en me fondant

sur des antécédents acquis à la science par la découverte de l'acide chloro-sulfurique, je propose de nommer ce corps *acide chlorazotique*, quoique en réalité il ne soit point acide, puisqu'il ne sature point les bases: 1 équivalent d'acide chlorazotique correspond à 6 volumes de vapeur.

La liquéfaction du gaz chlorazotique, le point d'ébullition du gaz liquéfié, sa solubilité directe dans l'eau, son action sur les oxydes métalliques, indiquent bien évidemment que ce corps est d'une nature toute particulière, nettement définie, et que sa composition correspond à celle de l'acide azotique supposé anhydre.

---

15. *Mémoire sur l'*ACIDE *iodique, libre et combiné*; par M. Millon. (Ann. de chim., t. IX, p. 400.)

Pour obtenir l'acide iodique, on introduit dans un ballon:

Iode.	80 gr.
Chlorate de potasse.	75
Acide nitrique. . . .	1
Eau.	400

On porte le ballon à l'ébullition et on le retire du feu dès que le chlore commence à se dégager abondamment. Dans cette réaction il se forme, comme je l'ai précédemment indiqué, de l'iodate de potasse. D'autre part on fait dissoudre dans l'eau 90 gr. de nitrate de baryte ou son équivalent en chlorure et l'on ajoute la solution au mélange de chlorate et d'iode. On lave deux ou trois fois l'iodate de baryte par décantation, puis on le fait bouillir une demi-heure avec 20 gr. d'acide sul-

furique et 150 gr. d'eau distillée ; on filtre et l'acide iodique cristallise par refroidissement. Ainsi obtenu, il contient toujours un peu d'acide sulfurique, dont on le débarrasse en le faisant bouillir avec un peu d'iodate de baryte; mais l'acide ainsi purifié ne cristallise plus, tandis que celui qui renferme des traces d'un acide minéral donne des cristaux assez volumineux.

L'acide iodique IO^5 renferme 1 éq. d'eau dont il perd les 2/3 à 130° ; à + 170° il se transforme en acide anhydre.

Iodates. — *Iodate de potasse.* Ce sel s'obtient en saturant l'acide par la potasse. Il est anhydre.

Bi-iodate de potasse. Ce sel a été découvert par Sérullas. On l'obtient en saturant la potasse par l'acide iodique contenu dans une burette graduée et doublant la proportion d'acide nécessaire pour produire la saturation. Il contient 2,31 o/o d'eau et sa formule est :

$$2IO^5 + KO + HO.$$

Tri-iodate. Il se prépare par un procédé analogue à celui employé pour le bi-iodate. Sa formule est $IO^5KO + 2IO^5.HO$.

La perte d'eau ne commence qu'à + 170°. A cette température le sel ne perd que les 2/3 de son eau ; le dernier tiers ne commence à se dégager qu'à 240°.

Iodate de chaux. On l'obtient par l'acide iodique et le chlorure ou le nitrate calcique. Il est peu soluble et cristallise par refroidissement d'une solution bouillante. Ce sel est neutre, il contient 6 éq. d'eau et il en conserve un jusqu'à 190°.

Iodate de baryte. On l'obtient directement

par l'acide iodique en excès et la baryte caustique. On fait bouillir et le sel se précipite : il est neutre et contient 1 éq. d'eau de cristallisation. Quand on n'emploie pas un grand excès d'acide dans cette préparation, le sel obtenu retient toujours une quantité assez considérable de baryte en excès qu'on ne peut lui enlever même par des lavages avec des acides.

Iodate de strontiane. Se prépare comme le sel de baryte et renferme comme lui 1 éq. d'eau.

Iodate de soude. Ce sel se prépare comme l'iodate neutre de potasse. Le sel obtenu par précipitation à 70° et au-dessus est anydre. Au-dessus de 10° il cristallise avec 16 éq. d'eau. On produit encore des degrés d'hydratation intermédiaires avec 12, 10, 6, 4 et 2 éq. d'eau.

Iodate de magnésie. On dissout la magnésie dans l'acide iodique et l'on fait cristalliser. Sa formule est $IO^5\ MgO\ 4HO$. L'iodate de magnésie déshydraté par la chaleur, devient à peu près insoluble dans l'eau.

Iodate de cuivre. Ce sel peut se présenter sous un grand nombre de formes. En précipitant le sulfate et le nitrate de cuivre par l'acide iodique, on obtient un précipité gélatineux qui se redissout par l'agitation ; mais la liqueur laisse déposer bientôt des cristaux grenus d'iodate neutre qui contiennent 1 éq. d'eau.

Quand on traite l'oxyde de cuivre déshydraté par l'ébullition par l'acide iodique, on obtient un sel d'un gris olivâtre qui ne perd son eau qu'à 270° et dont la formule est $IO^5\ CuO\ 2/3\ HO$.

L'oxyde noir de cuivre calciné traité par une solution d'acide iodique, ne change pas d'aspect,

mais la matière noire obtenue a pour formule :

$$IO^5\ 2\,CuO + 1/3\,HO.$$

Je n'ai pas pu examiner complétement l'iodate d'ammoniaque ; le sel neutre perd incessamment de l'ammoniaque et le sel acide détonne à 170°.

Je n'ai pas réussi à préparer les iodates basiques de potasse et de soude indiqués par M. Gay-Lussac.

---

16. *Sur les produits de la décomposition de* L'ACIDE SULFOCYANHYDRIQUE, par M. le docteur Voelckel de Marbourg. (Ann. der chem., t. XLIII, p. 74.)

Acide hypersulfocyanhydrique. En traitant une dissolution saturée à froid de sulfocyanure de potassium par 6 à 8 volumes d'une dissolution concentrée d'acide chlorhydrique, il se produit une bouillie jaune qui se change après quelques heures en fines aiguilles cristallines ; il se dégage en même temps de l'acide carbonique et de l'acide cyanhydrique. Il suffit de laver le précipité à l'eau froide pour avoir l'acide hypersulfocyanhydrique à l'état de pureté.

Cet acide est presque insoluble dans l'eau froide ; l'eau bouillante le dissout en petite quantité et le laisse déposer en belles aiguilles jaunes par refroidissement ; il se dissout mieux dans l'alcool et dans l'éther. Ses dissolutions ont une réaction faiblement acide et précipitent les sels de plomb en jaune ; les sels d'argent, de cuivre, de mercure, de platine et de zinc sont aussi précipités en jaune ou en jaune brunâtre. Les autres sels mé-

talliques ne sont pas précipités. L'acide a pour formule :

$$C^2Az^2H^2S^3 = C^2Az^2S^2 + H S.$$

Le sel de plomb a pour formule :

$$C^2Az^2S^3Pb = C^2Az^2S^2 + SPb.$$

L'acide sulfocyanhydrique $C^2Az^2H^2S^2$ doit être également considéré comme une combinaison d'un sulfure de cyanogène avec l'hydrogène sulfuré $C^2Az^2S + H^2S$, et les sulfocyanures seraient des sulfures dans lesquels le sulfure de cyanogène C^2Az^2S est acide par rapport à l'autre sulfure. Dans les combinaisons de l'acide hypersulfocyanhydrique avec les oxydes métalliques, il y a formation d'eau et d'un sulfure dont l'élément électronégatif est le bisulfure de cyanogène $C^2Az^2S^2$.

La décomposition de l'acide sulfocyanhydrique en acide hypersulfocyanhydrique et en acide cyanhydrique par le contact de l'acide chlorhydrique s'explique d'après la formule

$$C^6Az^6H^6S^6 = C^4Az^4H^4S^6 + C^2Az^2H^2.$$

Si avec les éléments de l'acide sulfocyanhydrique, on fait intervenir dans la réaction les éléments de l'eau, on peut expliquer facilement la formation de l'acide carbonique, du sulfure de carbone, de l'ammoniaque qui prennent également naissance dans certains cas.

La manière dont je considère la composition des sulfocyanures rapproche complétement ces corps des cyanates avec lesquels ils ont effectivement de grandes analogies. Ainsi l'oxygène transforme les cyanures alcalins en cyanates et le soufre les transforme en sulfocyanures dont la composition ne diffère de celle des cyanates que par le remplacement de l'oxygène par le soufre.

Le fait que les sulfocyanures métalliques traités par l'hydrogène sulfuré se changent en sulfures avec formation d'acide sulfocyanhydrique peut s'expliquer aisément d'après la théorie précédente. L'hydrogène sulfuré, de même que l'eau, peut jouer le rôle de base et d'acide, et dans la circonstance actuelle il est basique par rapport au sulfure de cyanogène.

L'existence du sulfure de cyanogène $C^2Az^2S^4$ dans l'acide hypersulfocyanhydrique rend probable l'existence d'un acide plus oxygéné que l'acide cyanique et dont la formule serait $C^2Az^2O^4$.

---

17. *Sur l'acide* SUCCINIQUE *et ses combinaisons*; par M. Fehling. (J. de Pharm., t. VI, p. 5.)

I. *Composition des succinates.* L'acide succinique a déjà été l'objet de nombreuses recherches; M. *Félix d'Arcet* a notamment déterminé la composition de cet acide à l'état anhydre et hydraté, et on a admis, d'après ce chimiste, la formule $C^4H^2O^3 + HO$ pour l'acide cristallisé et celle $C^4H^2O^3$ pour l'acide anhydre; il est possible de l'obtenir isolé à l'état où il se trouve dans les sels anhydres, propriété dont sont privés les autres acides.

J'ai cru devoir reprendre de nouveau l'étude de cet acide. L'acide dont je me suis servi était de l'acide succinique du commerce obtenu par sublimation, purifié par la dissolution dans de l'acide nitrique concentré, et débarrassé de l'odeur musquée par plusieurs cristallisations dans de l'alcool. Je me suis assuré de sa pureté par l'analyse élémentaire.

Les bases, surtout les alcalis, ont été déterminées à l'état de sulfates; pour y parvenir, j'ai mis le sel à examiner dans un creuset de platine avec de l'alcool et un excès d'acide sulfurique, puis j'ai chauffé le couvercle jusqu'au rouge, à l'aide du chalumeau et d'une lampe à l'esprit-de-vin, jusqu'à ce que la masse fût sèche et blanche; je l'ai au besoin traitée une seconde fois de la même manière, et j'ai fini par la chauffer assez fortement avec la lampe à l'esprit-de-vin d'Argand, pour chasser tout l'excès d'acide sulfurique et toute l'eau. Avec certains sels, il est bon de commencer par les réduire en charbon, puis de traiter celui-ci par de l'acide sulfurique.

Succinates de potasse. L'acide se combine en plusieurs proportions avec cette base.

Succinate neutre de potasse, $2(C^4H^2O^3, KO) + aq$. Si on sature une dissolution d'acide succinique par du carbonate de potasse pur, et qu'on évapore la dissolution neutre, on obtient des tables minces rhomboïdales semblables aux cristaux de chlorate de potasse : ce sel est très-soluble dans l'eau, ainsi que dans l'alcool, pourvu que celui-ci ne soit point trop fort; il est inaltérable à l'air.

Succinate acide de potasse, $2C^4H^2O^3, KO + HO$. Ce sel, desséché à l'air, est anhydre; il n'a pas perdu d'eau par une chaleur prolongée et portée à 100°.

Succinate suracide de potasse, $4C^4H^2O^3, KO + 2HO + 3aq$. Si on dissout le sel précédent dans encore autant d'acide qu'il en contient déjà, le sel suracide cristallise par le refroidissement.

Succinates de soude. — *Succinate neutre de soude*, $C^4H^2O^3, NaO + 6aq$. Ce sel cristallise

facilement : la forme fondamentale de ses cristaux est un prisme rhomboïdal oblique, fréquemment raccourci dans la direction de l'un des axes latéraux, et alors ils paraissent tubulaires; quelquefois les cristaux sont plus aigus, sans changement dans la composition. Ce sel ne s'effleurit qu'avec beaucoup de lenteur à l'air.

Succinate acide de soude, $2\,C^4\,H^2\,O^3$, Na O + H O + 6 aq. Ce sel acide, préparé avec le sel neutre par l'addition de l'acide, cristallise en cristaux tubulaires, dont la forme fondamentale est un prisme rhomboïdal oblique raccourci dans la direction de l'axe principal. Ces cristaux sont ordinairement gros et parfaitement bien formés. Ce sel s'effleurit lentement à l'air et perd alors assez promptement un équivalent d'eau de cristallisation = 4,5 pour cent.

Succinate d'ammoniaque, $C^4\,H^2\,O^3$, $N\,H^4\,O$. Je n'ai pu obtenir un succinate d'ammoniaque parfaitement neutre qu'avec les eaux mères du succinate basique de plomb. L'acétate basique de plomb a été précipité par un excès de succinate neutre d'ammoniaque; les premières eaux mères concentrées ont été évaporées dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, et aussitôt que la masse a été cristallisée en majeure partie, elle a été lavée avec une petite quantité d'eau, pour enlever encore des traces de plomb, puis exprimée entre des feuilles de papier et desséchée à 40°—50°.

Succinate de baryte, $C^4\,H^2\,O^3$, Ba O. Une dissolution aqueuse étendue de chlorure de baryum n'est précipitée qu'au bout de quelque temps par du succinate de soude; il se forme alors un précipité cristallin, grenu, dont la quantité augmente

encore par l'évaporation de la liqueur. Le sel une fois formé est très-peu soluble dans l'eau.

Succinate de chaux. Le succinate neutre de soude ne forme de précipité qu'au bout de quelque temps, dans une dissolution même assez concentrée de chlorure de calcium. Ce précipité se produit plus promptement à chaud qu'à froid; dans le premier cas, il est formé de cristaux bien nets, mais petits; dans le dernier, il se rapproche davantage de l'état pulvérulent. La quantité d'eau que ces deux précipités contiennent est différente et dépend tout à fait de la température à laquelle le sel se forme; on obtient, suivant le degré de température, $C^4 H^2 O^3 CaO + 3$ aq ou $C^4 H^2 O^3$, $CaO +$ aq.

Succinate acide de chaux, $2 C^4 H^2 O^3$, CaO, $HO + 2$ aq. Ce sel se produit avec une composition constante, lorsqu'on fait réagir une dissolution d'acide succinique sur du carbonate de chaux (marbre) en poudre fine; la température ne doit pas alors dépasser 50° à 60°; par le refroidissement, le sel se sépare en cristaux, qui ont souvent la longueur de plusieurs millimètres; il se forme toujours aussi en même temps un peu de succinate neutre de chaux insoluble, bien qu'il y ait assez d'acide pour transformer toute la chaux en sel calcaire acide, et il s'en forme d'autant plus que la température de la liqueur s'élève davantage. Il est ordinairement facile de séparer ces deux sels par la voie mécanique.

Succinates de plomb. L'oxyde de plomb et l'acide succinique se combinent en plusieurs proportions; la formule du succinate neutre est $=$ $C^4 H^2 O^3$, PbO. On peut obtenir plusieurs succinates basiques différant entre eux par la propor-

tion d'eau, savoir : $C^8 H^5 O^7$, 3 Pb O, $C^8 H^4 O^6$, 3 Pb O, etc. ; il se produit un succinate potassique de plomb $C^8 H^3 O^5 + 5$ Pb O, lorsqu'on ajoute du sous-acétate de plomb et en même temps un peu d'ammoniaque à une dissolution de succinate d'ammoniaque ; il se forme alors un sel blanc insoluble dans l'eau.

Succinates d'argent, $C^4 H^2 O^3$, Ag O. L'acide succinique libre, ainsi que ses combinaisons neutres avec les alcalis, précipitent le nitrate d'argent ; il se forme un sel blanc et soluble qui, desséché à la température ordinaire, ne perd pas d'eau à 200° ; mais à cette haute température sa couleur change.

---

18. *Préparation de l'*ACIDE BENZOÏQUE ; par M. Wohler. (An. der Pharm., t. XLIX, p. 345.)

On dissout du benjoin pulvérisé à l'aide de la chaleur dans environ son volume d'alcool extrêmement rectifié ; on mélange la dissolution encore chaude, mais peu à peu, avec assez d'acide chlorhydrique fumant, pour que la résine commence à être précipitée, et on soumet la masse à la distillation. L'acide benzoïque passe alors à l'état d'*éther benzoïque*, en partie isolé sous forme de gouttes, en partie en dissolution dans le produit alcoolique de la distillation. On continue cette dernière aussi longtemps que le permet la consistance de la masse ; lorsqu'elle devient trop épaisse, on la laisse un peu refroidir ; on ajoute de l'eau chaude, et on distille de nouveau jusqu'à ce qu'il ne passe plus d'éther. On décante bouillante de dessus la résine l'eau qui reste dans le vase distillatoire. Elle laisse déposer, par le refroi-

dissement, de l'acide benzoïque, provenant vraisemblablement de la décomposition de l'éther benzoïque.

On mélange le produit de la distillation avec de la potasse caustique, et on le laisse en digestion avec ce corps jusqu'à ce que tout l'éther soit décomposé; enfin on chauffe jusqu'à l'ébullition, et on sature par de l'acide chlorhydrique. L'acide benzoïque cristallise par le refroidissement.

Il paraît qu'on obtient de cette manière la totalité de l'acide benzoique contenu dans la résine, et que (condition importante pour l'emploi pharmaceutique) l'acide ainsi préparé a tout à fait l'odeur du benjoin de l'acide sublimé.

---

19. *Sur l'emploi du* CHLORE *pour apprécier la valeur du gaz de l'éclairage*; par A. Fife. (J. de Pharm., t. V, p. 123.)

Je me suis assuré par des expériences photométriques que le pouvoir éclairant d'un gaz est proportionnel à la quantité de matière condensable par le chlore qu'il contient, et que l'épreuve par le chlore est le moyen le plus simple et le plus expéditif que l'on puisse employer pour apprécier la capacité d'éclairage d'un gaz. Voici comment on opère.

On prend deux cloches d'environ 100 c. c. chacune; dans l'une on introduit 50 c. c. de gaz, dans l'autre une égale quantité de chlore, l'on fait passer de suite ce dernier dans l'éprouvette au gaz, on la recouvre d'un carton et on l'abandonne au repos pendant cinq minutes. Après ce temps, on examine la contraction que le mélange a subie, et l'on en prend la moitié, qui représente celle

qui appartient au gaz. L'eau dissolvant le chlore, il est indispensable de déterminer d'avance les limites de son action pour un temps voulu et pour une cloche d'une capacité connue, afin d'en tenir compte dans les calculs et d'apprécier exactement la diminution de volume.

---

20. *Du* LIGNEUX *et de quelques-uns des composés auxquels il donne naissance;* par M. Blondeau de Carolles. (Rev. Scient., t. XIV, p. 476.)

Le ligneux est une substance organisée, occupée à l'intérieur par du gaz azote enveloppé dans un tissu qui ne contient que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène.

Pour l'avoir bien pur, après avoir fait bouillir pendant une demi-heure environ du coton très-blanc avec de l'eau fortement acidulée d'acide sulfurique et l'avoir réduit en une sorte de pâte, j'ai remplacé la liqueur acide surnageante par une dissolution concentrée de potasse, et j'ai continué l'ébullition pendant quelque temps. La liqueur alcaline s'est chargée d'une substance qui lui a communiqué une teinte jaune, et le coton est devenu d'un gris assez prononcé. Au traitement par la potasse j'ai fait succéder un traitement par l'eau, puis par l'alcool, l'éther, et de nouveau par l'alcool et l'eau bouillante, et enfin j'ai fait dessécher la matière dans le vide à la température de 140°. Analysée en cet état, elle a donné :

Carbone. . .	0,4059
Hydrogène. .	0,0666
Oxygène. . .	0,5275
	1,0000

Résultat qui se représente par la formule CHO.

Quand on broye dans un mortier du ligneux avec de l'acide sulfurique concentré, on obtient une liqueur gommeuse qui passe successivement par diverses teintes comprises entre le jaune clair et le violet foncé, en même temps qu'il se développe une odeur particulière, et il se produit un acide, l'acide sulfo-ligneux, qui est analogue à l'acide sulfovinique, et dans lequel le ligneux remplace l'éther que contient ce dernier.

Si on prépare du sulfolignate de chaux 1° par la saturation immédiate du produit de la réaction de l'acide sulfurique sur le ligneux, 2° en ne saturant que douze heures après que le ligneux a été réduit en pâte; et 3° en saturant encore douze heures plus tard, on obtient trois sels différents, mais qui ne diffèrent les uns des autres qu'en ce qu'ils contiennent les éléments du ligneux dans un état de concentration qui n'est pas le même. Le premier sel renferme $C^{18} H^{18} O^{18}$, le second $C^{10} H^{10} O^{10}$ et le troisième $C^4 H^4 O^4$.

Il est probable qu'en faisant varier le temps pendant lequel les deux corps réagissants se trouvent en présence, on pourrait obtenir tous les degrés de condensation intermédiaires à ceux que je viens de mentionner.

---

21. *De l'*AMIDON *et de quelques-uns des composés auxquels il donne naissance;* par M. Blondeau de Carolles. (Rev. Scient., t. XV, p. 69.)

L'amidon possède une puissance hygrométrique très-grande, et il est facilement altéré par l'action de la chaleur; une température de 60°, la

chaleur développée par le frottement dans un mortier, suffisent pour changer complétement sa nature. Je l'ai extrait de la pomme de terre, et je l'ai purifié en le traitant alternativement par l'alcool et par l'éther à froid; analysé après avoir été desséché par l'acide sulfurique, il m'a donné le même résultat que celui qu'avait trouvé M. Payen. Sa composition est représentée comme celle du ligneux par CHO.

L'amidon broyé avec de l'acide sulfurique ne tarde pas à se réduire en une substance gommeuse et tenace, présentant une grande résistance au mouvement du pilon; il se fluidifie de plus en plus et finit par devenir complètement liquide, mais sans noircir comme fait le ligneux. Il résulte de cette réaction un acide qui, combiné avec les bases, forme des sels bien définis, les *sulfoamidonates*, qui sont analogues aux *sulfolignates*. La composition de ces sels montre que dans l'amidon la molécule organique se trouve dans des états de condensation exprimés par les formules $(CHO)^{24}$ et $(CHO)^{36}$, tandis que dans le ligneux la condensation ne dépasse pas $(CHO)^{18}$.

---

22. *Du* SUCRE; par M. Blondeau de Carolles. (Rev. Scient., t. XV, p. 77.)

Il existe trois espèces de sucre bien distinctes : le sucre de lait, le sucre de raisin et le sucre de canne. Les formules qui représentent la constitution intime de ces sucres sont, d'après mes expériences, $(CHO)^6$ pour le premier, $(CHO)^{18}$ pour le second et $(CHO)^{24}$ pour le sucre de canne.

Le sucre de lait se transforme, avec la plus

grande facilité, en acide lactique dont la formule est aussi $(CHO)^6$.

Si l'on suppose que le sucre de raisin soit représenté par la formule $(CHO)^{18}$, en le mettant en présence d'une base, de l'oxyde de plomb, par exemple, trois équivalents d'eau seront remplacés par trois équivalents d'oxyde, et l'on aura alors $C^{18}H^{15}O^{15}$, 3PbO, lequel donnera pour la matière organique la composition que M. Liebig a trouvée au sucre de raisin. MM. Guerin et Peligot observent que le sucre de raisin perd 0,091 d'eau par la chaleur; or trois équivalents d'eau équivaudraient à 0,10. On peut séparer du sulfolignate de plomb un composé $(CHO)^{18}$, dont la saveur est sucrée.

Lorsqu'on met en présence de l'amidon et de l'acide sulfurique, et que l'on fait arriver dans le liquide de l'eau en vapeur, la transformation de l'amidon en sucre ne tarde pas à se produire; il se passe dans cette circonstance un phénomène tout à fait semblable à celui qui a lieu lorsque l'on fait bouillir de l'alcool en présence de l'acide sulfurique. L'acide sulfovinique qui a pris naissance à une température inférieure à celle de l'ébullition se décompose à cette dernière température, et de l'éther se dégage. Dans le cas qui nous occupe, l'acide *sulfo-ligneux* et l'acide *sulfo-amidoneux* qui s'est formé à une température un peu inférieure à l'ébullition se décompose à cette température et le ligneux ou l'amidon à l'état de condensation nécessaire pour former du sucre de raisin reste dans le liquide.

Le sucre de raisin peut prendre quatre équivalents d'eau par la chaleur et absorber quatre équivalents de base. On sait qu'au contact du sel

marin le sucre de canne forme la combinaison $C^{24}H^{20}O^{20}$, ClNa+3HO.

En présence du ferment, la première modification que le sucre de canne subit peut être formulée par $C^{24}H^{24}O^{24} = C^{18}H^{18}O^{18} + C^6H^6O^6$, c'est-à-dire qu'il se forme du sucre de raisin et de l'acide lactique, résultat conforme à l'expérience. Le second temps de la décomposition s'opère ainsi que cela est indiqué par la formule $C^{18}H^{18}O^{18} = C^6O^{12} + 3\ (C^4H^6O^2)$, c'est-à-dire que le sucre de raisin se transforme en acide carbonique et en alcool, ainsi que l'expérience le confirme.

On voit d'après cela pourquoi le sucre de lait et la mannite ne sont pas susceptibles de fermenter. Ces substances ne sauraient se dédoubler de manière à produire du sucre de raisin, qui seul, par sa décomposition ultérieure, peut donner naissance à de l'alcool et à de l'acide carbonique.

---

23. *Expérience sur la carbonisation du* BOIS; par M. Mayrhofer, maître de forges en Autriche, (Rev. Scient., t. XIV, p. 171.)

La plaque de fond d'un grand feu d'affinerie fut couverte d'un tas de briques sur plat, au milieu desquelles je réservai un canal. Ce pavé de briques reçut un lit de cendres de charbon, au-dessus duquel on empila symétriquement 60 pieds cubes de bois de hêtre. La surface de ce petit tas fut couverte d'une chemise de cendres de bois mouillées. Le feu fut mis à ses deux extrémités au moyen de quelques charbons incandescents; puis la soufflerie fut mise en marche de manière à obtenir une légère ventilation. Ce traitement produisit une

dessiccation complète du tas et la mise en feu dans l'espace de quatre heures et demie. Aussitôt que la fumée prit une teinte bleuâtre, l'insufflation fut successivement diminuée; la combustion des parties volatiles arriva à son terme, dans tout le tas, en douze heures de temps. Aussitôt le trou de ventilation fut bouché avec soin, et les autres parties du tas furent également garanties du contact de l'air.

Quand j'ouvris ce tas d'essai, il se trouva que tous les charbons du plancher étaient légèrement cendreux, que la carbonisation était complète, sans fumerons, et que les charbons, d'une qualité tout à fait supérieure rendaient 7 pour 100 de plus que la meilleure carbonisation sans ventilation forcée. L'expérience répétée plusieurs fois a toujours donné le même résultat.

---

24. *Procédé de* CARBONISATION DU BOIS *suivi en Chine*; par M. Kovanko. (Journ. des Mines de Russie.)

Les Chinois carbonisent le bois dans des fours souterrains. Ces fours sont creusés à ciel ouvert quand le terrain est sablonneux, et dans ce cas la voûte se construit par remblai après que le bois est empilé dans la fosse; mais quand le sol est argileux et compacte, on creuse les fours en sous-œuvre. Ces deux genres de construction diffèrant dans quelques détails, nous allons les prendre l'un après l'autre.

Charbonnière dans les terrains légers (*tszà-yao*). Ces fours n'ont jamais plus de $1^m,77$ de profondeur; leur diamètre est de $4^m,26$, et quel-

quefois au delà de cette mesure. Quand la fosse (pl. VIII, fig. 5) est creusée à la profondeur précitée, on perce latéralement une cheminée de forme ronde B, dont le fond a $0^m,18$ à $0^m,36$ de plus en profondeur de celui de la fosse. Cette cheminée est ensuite élevée de $1^m,10$ au-dessus de la surface du sol, et elle est mise en rapport avec la fosse par une ouverture oblongue C, qu'on laisse au fond de celle-ci. Cette ouverture rectangulaire mesure $0^m,36$ de longueur sur $0^m,04$ à $0^m,08$ de largeur; elle est en rapport avec la quantité et la grosseur du bois employé. Dans les fours de 4,26 de diamètre, la cheminée a $0^m,36$ de diamètre à sa base; elle se rétrécit vers le haut, où elle ne mesure que $0^m,18$. On creuse dans la partie du four diamétralement opposée à la cheminée un fossé ayant la forme d'un cône incliné D, dont la base est tournée vers le four et doit arriver jusqu'auprès de son bord supérieur (c'est-à-dire à $0^m,05$ du haut); l'axe du cône doit être incliné de manière que le sommet se trouve à peu près à égale distance du fond et des bords supérieurs de la fosse; ce cône communique au jour par un tuyau qui, partant de son sommet, aboutit à la surface; ce cylindre est vertical et mesure $0^m,08$ de diamètre.

Lorsque toutes ces dispositions sont faites, on couvre le fond de la fosse d'un lit de branches sèches, sur lesquelles on pose le bois verticalement; la première couche est recouverte d'une seconde, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la fosse soit remplie; on doit avoir soin que le bois soit de grosseur égale dans chaque couche, et qu'il n'y ait aucun intervalle. Lorsque la fosse est remplie, on recouvre le bois de menues branches, puis d'une

couche de terre assez épaisse pour ne pas laisser échapper la fumée; cela fait, on allume le bois par le fossé en cône pratiqué vis-à-vis la cheminée, et quand la fumée sort en abondance, on rétrécit l'ouverture du tuyau qui conduit au cône, de manière à ne laisser au courant d'air qu'un très-petit passage. Cinq jours après que le bois a été allumé, la fumée commence à s'éclaircir, et quand elle est devenue tout à fait transparente, on a la preuve que la combustion des parties volatiles est achevée; il faut alors, sans délai, fermer hermétiquement la fosse et la cheminée. Cinq ou six jours suffisent pour que le charbon s'éteigne entièrement, et l'on peut procéder à l'ouverture de la charbonnière.

L'expérience a démontré en Chine que plus le bois est fraîchement coupé, moins il y a de déchet. 100 parties de bois fraîchement coupé y donnent 30 à 35 parties en poids de charbon. Ce charbon est dur, sonnant, et ne contient pas de fumerons. Ces charbonnières permettent de pousser le travail à un tel degré de perfection, que les Chinois parviennent à carboniser chaque petite branche, chaque rameau, et à lui conserver sa forme extérieure.

Nous avons dit qu'il y avait quelques changements dans la construction de la charbonnière, lorsqu'elle peut être établie dans un terrain d'argile tenace. Ces modifications ne portent point sur les dimensions et les prescriptions générales que nous venons d'établir; elles sont relatives au mode de construction. Lorsque le sol présente de la solidité, le charbonnier chinois creuse son four sous terre, en ayant soin de laisser intacte la partie du sol qui doit devenir la voûte du four,

et de lui réserver une épaisseur de $0^m,40$. On comprend que le creusement du four s'opère par une porte basse communiquant à une fosse à ciel ouvert déblayée latéralement, et à peu de distance de l'emplacement de la charbonnière. Cette porte sert ensuite au chargement du bois, et après cette opération on la bouche par un solide remblai. Les Chinois préfèrent les derniers fours, ce qui s'explique aisément par la plus grande facilité qu'ils y trouvent d'intercepter l'air au moment voulu, tandis que dans les fours dont la voûte est faite de remblais, ils éprouvent plus de difficulté d'empêcher le passage de la fumée à travers ces terres fraîchement remuées, et de garantir le charbon des infiltrations d'air.

---

25. *Moyens de distinguer* L'ALCOOL de L'ESPRIT DE BOIS; par M. A. Ure (Rev. scient., t. XV, p. 319.)

Quand l'alcool est mêlé à froid avec de l'acide nitrique concentré, il y a effervescence et il se dégage un gaz nitreux éthéré; au lieu que le véritable esprit de bois ne subit pas de changement autre que de prendre une riche teinte de rubis et il reste d'ailleurs tout à fait froid.

Si l'on jette une cuillerée à café de potasse en poudre dans un verre où se trouve un peu d'alcool pur, celui-ci ne change de couleur qu'au bout de plusieurs heures et finit par prendre seulement une teinte jaune faible; mais quand au lieu d'alcool pur on met dans le verre de l'alcool contenant seulement 0,02 d'esprit de bois, le liquide acquiert une teinte jaunâtre au bout de dix mi-

nutes et une teinte brune au bout d'une demi-heure.

---

26. *De l'action de l'*ACIDE BORIQUE *sur l'alcool et sur l'esprit de bois;* par M. Ebelmen. (Comptes rendus, t. XVIII, p. 1202.)

En examinant la méthode employée par Gmelin pour doser l'acide borique dans les minéraux silicifères, j'ai trouvé que l'alcool distillé sur l'acide borique entraînait, à poids égal, une proportion beaucoup plus considérable de ce corps que l'eau pure. Ce fait, tout à fait inexplicable, en admettant que l'acide borique n'est entraîné par les vapeurs d'eau et d'alcool qu'en vertu de la tension de sa vapeur aux températures d'ébullition de ces deux liquides, m'a conduit à rechercher si, dans la distillation de l'alcool sur l'acide borique, il ne se formait pas une combinaison entre les éléments de ces deux corps. J'ai reconnu, effectivement, qu'il était possible de produire, dans ces circonstances, un véritable *éther borique*. Voici quelle a été la méthode suivie pour la préparation de ce composé.

Lorsqu'on mêle ensemble des poids égaux d'acide borique fondu réduit en poudre fine et d'alcool absolu, on observe bientôt un dégagement considérable de chaleur. En cherchant à chasser l'alcool par la distillation, on trouve que la température peut s'élever, dans l'intérieur de la cornue, bien au delà du point d'ébullition de l'alcool, avant que tout le liquide ait disparu. En arrêtant la distillation vers 110 degrés, puis traitant la masse refroidie par l'éther anhydre, décantant la solution éthérée et la chauffant pro-

gressivement au bain d'huile jusqu'à 200 degrés, on obtient, pour résidu de cette distillation, un liquide un peu visqueux, qui donne, à cette température, des fumées blanches assez abondantes à l'air, et qui se solidifie par le refroidissement.

Ce composé, que je considère comme l'éther borique, se rapproche beaucoup, par ses propriétés physiques, de l'acide borique et des borates métalliques, qui prennent, comme on sait, l'état vitreux par la fusion. C'est un véritable verre transparent, mais un verre déjà un peu mou à la température ordinaire, et qui peut s'étirer en fils très-déliés vers 40 ou 50 degrés; il a une faible odeur éthérée, une saveur brûlante. Placé sur la peau, il y occasionne une impression très-sensible de chaleur, et se transforme bientôt en une poussière blanche d'acide borique. Il blanchit également à l'air; mais cette altération n'est que superficielle pour les fragments d'un certain volume.

Soumis à l'action de la chaleur, il se décompose vers 300 degrés, en produisant un dégagement abondant d'un gaz qui présente tous les caractères du gaz oléfiant. Ce gaz brûle avec une flamme verte, ce qui tient à ce qu'il entraîne une certaine quantité d'éther borique non décomposé; mais l'addition d'un peu d'eau lui fait perdre cette propriété.

Ce mode de décomposition de l'éther borique permet de préparer avec facilité le gaz oléfiant. En chauffant dans un ballon un mélange de trois parties d'acide borique fondu, et d'une partie d'alcool absolu, on obtient un dégagement abondant et régulier de gaz oléfiant, sans que la masse

se charbonne. L'acide borique monohydraté, qui se forme dans cette décomposition de l'alcool, n'abandonne son eau qu'à une température plus élevée.

Trituré dans l'eau tiède, l'éther borique se décompose, avec un dégagement considérable de chaleur, en acide borique et en alcool. Il se dissout en toutes proportions dans l'alcool et dans l'éther; l'eau fait prendre en masse ces dissolutions. Quand on distille une solution alcoolique d'éther borique, l'alcool distillé entraîne une quantité très-notable de ce corps, qui lui donne la propriété de brûler avec une flamme verte et de se troubler par l'eau.

Les résultats de l'analyse que j'ai faite de ce corps se rapprochent beaucoup de ceux qui correspondraient à la formule $BO^6 C^4 H^5 O$. La composition de ce corps permettra de fixer le véritable équivalent de l'acide borique, en montrant que le borax $BO^6 Na O$ est un sel neutre.

L'action de l'acide borique sur l'esprit de bois est tout à fait comparable à celle qu'il exerce sur l'alcool.

---

27. *Sur les* HYPOSULFITES; par M. Rammelsberg. (Ann. de Poggendorff, t. LVI, p. 295.)

La formule de ces sels est $\dot{R}\ddot{S}$.

Le *sel potassique* est déliquescent, mais on peut l'obtenir à l'état cristallisé dans le dessiccateur, où les cristaux semblent perdre une partie de leur eau de cristallisation, bien que la proportion d'eau qu'ils renferment soit peu commune, car sur 3 at. de sel ils n'en contiennent que 1 at. = 3,05 p. 100,

qui est entièrement chassé à 200°. Quand on le chauffe à l'abri du contact de l'air, il devient rouge-cinabre et se compose alors de $\dot{K}\,\ddot{S} + KS$; l'alcool en extrait le sulfure potassique. Il ne se forme pas trace de sulfite dans cette réaction.

Le *sel sodique* cristallise en grands prismes rhomboïdaux, dont les arêtes aiguës sont remplacées par des faces, et qui sont terminés aux deux bouts par une face oblique. Ils sont inaltérables à l'air et renferment 5 at. d'eau = 36,15 p. 100; ils fondent dans leur eau de cristallisation et donnent une liqueur qui se fige lentement par le refroidissement. Quand on les soumet à la distillation sèche, après les avoir entièrement privés d'eau, ils produisent un peu de soufre et laissent un mélange de $\dot{N}a\,\ddot{S}$ et de $\dot{N}aS$.

Le *sel ammonique* est déliquescent, mais il cristallise dans le dessiccateur en tables rhomboïdales, qui ne s'y effleurissent pas. Elles contiennent, comme le sel potassique, 3 at. de sel et 1 at. d'eau de cristallisation, ou 3.88 p. o/o. A la distillation sèche, elles produisent de l'eau, de l'ammoniaque et un sublimé formé d'une partie du sel non décomposé, mélangé avec du sulfite et du sulfate ammonique et un peu de soufre.

Le *sel barytique* était déjà connu, ainsi que la quantité d'eau qu'il contient. Quand on le soumet à la distillation sèche, il perd à 170° la plus grande partie de l'eau qu'il renferme (1 poids atom.). A une température plus élevée, il perd du soufre et le reste de l'eau, et après avoir chauffé au rouge on obtient un résidu contracté blanc jaunâtre, composé de 3 at. de $\dot{B}a\,\ddot{S}$, 2 at. de $\dot{B}a\,\dddot{S}$

et 1 at. de BaS. Six atomes de soufre se subliment dans cette opération. La formation du sulfite barytique est assez surprenante, car les sulfites se décomposent en général à la chaleur rouge; cependant elle est parfaitement évidente avec le sel suivant.

Le *sel strontique* produit de grands cristaux, et il n'est même pas rare que la dissolution se convertisse par l'évaporation en un seul cristal, dont la forme, il est vrai, serait difficile à déterminer. Il contient 5 at. ou 31,04 p. o/o d'eau. Il se comporte à la distillation sèche comme le précédent. Le résidu est blanc et pulvérulent. On peut facilement en extraire le sulfure strontique au moyen de l'eau; en reprenant ensuite par l'acide chlorhydrique, la strontiane se dissout avec dégagement d'acide sulfureux et laisse du sulfate strontique insoluble qui ne renferme pas trace de soufre, ce qui prouve que le gaz acide sulfureux n'est pas dû à la décomposition de l'acide dithyoneux.

Le *sel calcique* qui était déjà connu, ainsi que la quantité d'eau qu'il contient, paraît donner lieu aux mêmes produits par la distillation sèche.

Le *sel magnésique* cristallise dans le dessiccateur en prismes carrés droits, terminés par les faces d'un rhomboctaèdre. Les cristaux sont petits et ont trop peu d'éclat pour pouvoir être mesurés; ils ne s'altèrent pas à l'air et se dissolvent facilement dans l'eau. L'alcool sépare de cette dissolution une dissolution plus concentrée du même sel. Il contient 6 at. = 43,95 p. o/o d'eau, dont la moitié s'échappe à 170°. Soumis à la distillation sèche, il produit de l'eau, du soufre et de l'acide

sulfureux, et laisse un résidu à moitié fondu, formé de sulfate et de sulfite magnésique et de la magnésie libre.

Il forme un sel double avec le sel potassique; cette combinaison cristallise confusément et est déliquescente à l'air. Elle est formée de $\dot{K}\,\ddot{\bar{S}} + \dot{Mg}\,\ddot{\bar{S}} + 6\,\dot{\bar{H}}$ et contient 24,74 p. 0/0 d'eau.

Le *sel manganeux* s'obtient en précipitant le sel strontique par du sulfate manganeux. Il se décompose par l'évaporation. L'alcool précipite simplement une dissolution plus concentrée.

Le *sel zincique* se décompose aussi par l'évaporation. Quand on mélange une dissolution concentrée de ce sel avec un excès d'ammoniaque et qu'on ajoute ensuite de l'alcool, on obtient un précipité formé de petites aiguilles cristallines blanches, composées de 1 at. de sel et 1 équiv. d'ammoniaque = 16,25 p. 0/0. L'eau les décompose en séparant l'oxyde zincique.

Le *sel ferreux* éprouve une faible décomposition pendant l'évaporation, mais on l'obtient cependant sous forme de petits cristaux verts. La meilleure manière de préparer ce sel et les deux suivants, est de suivre la méthode indiquée pour le sel manganeux.

Le *sel niccolique* fournit des cristaux verts, de la même forme que le sel magnésique; ils renferment 6 at. d'eau, ou 38,64 p. 0/0. A la distillation sèche, il ne laisse que du sulfure niccolique. La dissolution de ce sel dans l'ammoniaque produit avec l'alcool anhydre une poudre cristalline bleue qui se précipite et qu'il faut laver rapidement avec de l'alcool, l'exprimer et l'introduire dans un vase fermé, parce qu'elle se décompose très-vite au

contact de l'air. Elle est composée de 1 at. de sel, 2 équivalents d'ammoniaque = 19,72 p. 0/0, et 6 at. d'eau, 31,01 p. 100.

La dissolution du *sel cobaltique* est bleue, mais elle donne dans le dessiccateur des cristaux rouges qui ont exactement la même composition que le sel niccolique.

Le *sel plombique* était déjà connu. Il ne noircit point à 100° comme on l'avait indiqué. Quand il a été bien séché au bain-marie, il ne présente pas trace de décomposition avant 200°. Les dissolutions des sels alcalins terreux le dissolvent et produisent des sels doubles qui ne supportent pas une chaleur élevée sans se décomposer.

Le *sel double avec la potasse* cristallise par le refroidissement d'une dissolution convenablement évaporée, en une masse cohérente formée d'aiguilles soyeuses déliées. L'eau mère contient ordinairement un excès de sel potassique. L'acide sulfurique ne produit pas immédiatement, après avoir été versé dans la dissolution, un précipité de sulfate plombique; ce dernier ne se montre que quelques instants plus tard et est signalé par un dégagement d'acide sulfureux et par la précipitation de soufre à l'état de liberté. Il éprouve une décomposition partielle par l'eau, qui sépare de l'oxyde plombique en paillettes cristallines brillantes. La composition en est représentée par la formule $2\,\dot{K}\,\ddot{\bar{S}} + \dot{Pb}\,\ddot{\bar{S}} + 2\,\dot{\bar{H}}$.

Le *sel double avec la soude*, préparé de la même manière, possède la même composition. Il existe aussi un autre sel qui a une autre composition. Voyez le Rapport de 1842, p. 73.

Le *sel double avec l'ammoniaque* cristallise

en grands prismes rhomboïdaux incolores, dont les angles obtus sont de 140° ; mais les arêtes obtuses latérales sont remplacées par des faces qui sont les plus grandes faces des cristaux, de sorte qu'ils ont l'aspect de tables carrées droites. Il est très-soluble dans l'eau ; cependant la dissolution ne tarde pas à se troubler et dépose des paillettes cristallines d'oxyde plombique. La chaleur en précipite du sulfure plombique. Il est composé de $2\,\mathrm{N}\,\dot{\mathrm{H}}^{4}\,\ddot{\mathrm{S}} + \dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}\,\ddot{\mathrm{S}} + 2\,\dot{\mathrm{H}}$, et renferme par conséquent 1 at. d'eau de plus que le sel potassique.

Le *sel double avec la baryte* ne se forme pas au moment même où l'on mélange de l'acétate barytique avec une dissolution de sel plombique dans le sel potassique, mais il se précipite quelque temps après. Il constitue un précipité cristallin pesant.

Le *sel double avec la strontiane* s'obtient directement ; il est incristallisable et l'alcool le sépare sous la forme d'un sirop épais.

Le *sel double avec la chaux* est précipité de sa dissolution par l'alcool, à l'état de grains cristallins composés de $2\,\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}\,\dddot{\mathrm{S}} + \dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}\,\dddot{\mathrm{S}} + 4\,\dot{\mathrm{H}}$.

La dissolution du sel plombique dans le sel potassique produit avec le chlorure mercurique un précipité blanc, et avec l'acétate cuivrique un précipité vert pâle qui brunit peu de temps après sa formation, et qui contient du plomb et du cuivre.

Le *sel mercurique* n'existe pas à l'état d'isolement, mais il forme des combinaisons avec d'autres dythyonites. On l'obtient en faisant digérer à froid de l'oxyde mercurique dans la dissolution d'un dithyonite à base alcaline. La dissolution

s'opère avec production de chaleur et le sel se précipite par le refroidissement ou quand on ajoute de l'alcool.

Le *sel double avec la potasse* cristallise en prismes incolores, qui noircissent à la lumière. L'iodure potassique ne produit pas de précipité dans la dissolution de ce sel. Il est composé de $3\dot{H}g\ddot{S} + 5\dot{K}\ddot{S}$ et ne contient pas d'eau.

Le *sel double avec la soude* ne cristallise pas; l'alcool le précipite sous forme d'une masse visqueuse.

Le *sel double avec l'ammoniaque* ressemble au sel potassique, mais il est si peu stable qu'on ne peut que difficilement l'obtenir exempt de cinabre. Il renferme $4N\dot{H}^4\ddot{S} + \dot{H}g\ddot{S} + 2\dot{H}$.

Le *sel double avec l'oxyde cuivrique* s'obtient en versant du sulfate cuivrique dans une dissolution du sel double avec la potasse. Le mélange ne tarde pas à se troubler par la formation d'un précipité d'une belle couleur brun rouge, qui est inaltérable à froid par la potasse et l'ammoniaque. Il contient du mercure et du cuivre à l'état d'oxyde mercureux et d'oxyde cuivreux; la formule est $3\dot{H}g\ddot{S} + 5\dot{C}u\ddot{S}$.

Sels doubles avec l'oxyde cuivreux. Quand on mélange une dissolution de sel potassique avec une dissolution d'acétate ou de sulfate cuivreux, on obtient une liqueur verte, qui dépose peu de temps après un précipité jaune cristallin, composé de $\dot{K}\ddot{S} + \dot{C}u\ddot{S} + 2\dot{H}$ qui s'altère facilement. Il noircit, soit dans la dissolution, soit quand on le sèche. Il est soluble dans l'eau. La potasse en sépare de l'oxyde cuivreux. Quand on ajoute de

l'alcool dans une dissolution de ce sel potassique, on obtient un précipité oléagineux, pesant, qui se fige peu à peu et forme un sel blanc. Ce dernier est très-soluble dans l'eau et l'ébullition ne le décompose pas; la formule qui représente sa composition est $3\dot{K}\ddot{S} + \dot{C}u\ddot{S} + 4\dot{H}$.

Lorsqu'on emploie le sel sodique dans ces opérations, on obtient un précipité jaune qui est composé de $2\dot{N}a\ddot{S} + 3\dot{C}u\ddot{S} + 5\dot{H}$, d'après M. Lenz. Quand on le dissout dans du dithyonite sodique, il forme un précipité blanc qui renferme $3\dot{N}a\ddot{S} + 4\dot{C}u\ddot{S} + 2\dot{H}$.

---

28. *Mémoire sur les* HYPOPHOSPHITES; par M. H. Rose. (Ann. de chim., t. VIII, p. 364.)

M. Wurtz a présente il y a quelque temps une hypothèse ingénieuse sur la composition de l'acide hypophosphoreux, d'après laquelle cet acide ne serait pas un oxyde de phosphore Ph^2O, mais l'oxyde d'un radical composé Ph^2H^4 uni à 3 atomes d'oxygène $Ph^2H^4 + O^3$.

J'avais proposé dans le temps une autre hypothèse d'après laquelle l'acide hypophosphoreux serait un phosphate d'hydrogène phosphoré et les hypophosphites (qui contiennent 2 éq. d'eau essentiels à leur constitution pour chaque éq. de sel) des sels analogues aux sulfovinates, d'après la formule suivante :

$$2Ph^2ORO + 4H^2O = Ph^2O^5 + 2RO + Ph^2H^8O.$$

Dans ces sels l'hydrogène phosphoré ne pourrait jouer le rôle de base qu'en se combinant avec un at. d'eau, exactement comme l'ammoniaque.

J'ai renoncé à cette hypothèse et j'ai été conduit à regarder l'acide hypophosphoreux comme un oxyde de phosphore, en comparant ses propriétés à celles de l'acide phosphoreux ; cet acide ressemble en effet beaucoup à l'acide hypophosphoreux ; par la chaleur, tous deux se changent en acide phosphorique en dégageant de l'hydrogène phosphoré.

Les phosphites ressemblent aux hypophosphites en ce qu'ils contiennent de l'eau nécessaire à leur existence et en ce qu'ils donnent par la chaleur des produits analogues ; mais on ne peut pas admettre que l'acide phosphoreux ou les phosphites contiennent de l'hydrogène phosphoré préexistant, parce qu'alors les formules deviennent très-compliquées et peu vraisemblables, et d'autre part, l'existence du chlorure de phosphore Ph^2Cl^6 rend extrêmement probable celle d'un acide correspondant Ph^2O^3, l'acide phosphoreux. Il est donc rationnel de considérer également l'acide hypophosphoreux comme un oxyde de phosphore.

L'hypothèse de M. Wurtz ne me paraît pas admissible et je n'ai pas obtenu les mêmes résultats que lui, en répétant les expériences sur lesquelles il s'appuie. Ainsi les hypophosphites bouillis avec la potasse se changent bien en phosphites, mais si l'alcali est plus concentré et que l'on continue l'ébullition, on change de même le phosphite en phosphate. Les sels de cuivre sont réduits par l'acide hypophosphoreux ; mais je n'ai pas remarqué de dégagement d'hydrogène comme l'a annoncé M. Wurtz.

29. *Sur les* CHLORATES; par M. A. Waechter (Journal für Prakt. Chem., t. XXX, p. 321.)

Chlorate de soude. Il cristallise ordinairement en tetraèdres; il se dissout dans trois parties d'eau froide; il est moins soluble dans l'eau chaude, et très-peu soluble dans l'alcool. Chauffé, il fond et donne un dégagement d'oxygène en laissant du chlorure de sodium ayant une réaction un peu alcaline.

Ce sel est anhydre et a pour formule :

$$ClO^5 NaO.$$

Chlorate de lithine. Ce sel, obtenu par le carbonate de lithine et l'acide chlorique, se présente sous forme d'une masse cristalline étoilée, déliquescente. Il fond à 50° et dégage vers 140° de l'eau, de l'oxygène et un peu de chlore. Le résidu est du chlorure de lithium un peu alcalin. Le chlorate de lithine est assez soluble dans l'alcool. Sa formule est $ClO^5 LiO + HO$.

Chlorate d'ammoniaque. Préparé en traitant le chlorate de baryte par le carbonate d'ammoniaque, ce sel forme des cristaux prismatiques très-peu solubles dans l'alcool absolu. Il se décompose à 102° avec production de lumière; dans cette décomposition il se forme de l'eau, de l'azote, du chlore, de l'oxygène, de l'acide chlorhydrique et du sel ammoniac. Il a pour formule :

$$ClO^5 AzH^4 O.$$

Chlorate de baryte. $BaO\,ClO^5 + HO$. On l'obtient en décomposant du chlorate de potasse par l'acide fluosilicique et saturant la liqueur par le carbonate de baryte, il cristallise en prismes

rhomboïdaux avec production de lumière. A 120° il perd son eau et dégage tout son oxygène vers 400°. Il peut détoner par l'application brusque de la chaleur; avec des corps combustibles il détone comme le chlorate de potasse.

Chlorate de strontiane. $ClO^5 StO$. Il forme des prismes déliquescents, insolubles dans l'alcool.

Chlorate de chaux. $ClO^5 CaO + 2HO$. Il forme des cristaux prismatiques, solubles dans l'alcool et donnant à la flamme une couleur rouge; par la chaleur il perd son eau, puis de l'oxygène en éprouvant successivement la fusion aqueuse et la fusion ignée.

Chlorate de magnésie. $ClO^5 MgO + 6HO$. S'obtient par le chlorate de baryte et le sulfate de magnésie, et en évaporant la liqueur sur l'acide sulfurique. Il forme une masse cristalline, déliquescente et soluble dans l'alcool. Il fond à 40°, et perd à 120° de l'eau, de l'oxygène et du chlore. A une température élevée, il ne reste que de la magnésie.

Chlorate de manganèse. On ne peut pas l'obtenir sous forme solide; par évaporation de la liqueur résultant de la décomposition du sulfate de manganèse par le chlorate de baryte, il se sépare du peroxyde de manganèse. Avec le sel de protoxyde de fer, on obtient de même un dépôt de peroxyde par concentration.

Chlorate de protoxyde d'étain. L'hydrate de protoxyde d'étain se dissout dans l'acide chlorique aqueux. Le produit se décompose, au bout de quelques minutes, avec détonation, et donne une masse gélatineuse composée de chlorure d'étain, d'oxyde d'étain hydraté et d'acide chlorique libre.

Chlorate de zinc. $ClO^5ZnO + 6HO$. Ce sel s'obtient comme le chlorate de magnésie et possède des propriétés tout à fait semblables.

Chlorate de nickel. $ClO^5 NiO + 6HO$. Ce sel forme de beaux cristaux octaédriques d'un vert foncé, déliquescents et très-solubles dans l'alcool. Il fond à 80° dans son eau de cristallisation et se décompose vers 140° en laissant du peroxyde de nickel.

Chlorate de cobalt. $ClO^5 CoO + 6HO$. Ses propriétés sont semblables à celles du chlorate de nickel.

Chlorate de cuivre. $ClO^5 CuO + 6HO$. Ce sel cristallise difficilement. Il est déliquescent et très-soluble dans l'alcool. Lorsqu'on le décompose à une température peu élevée, il donne un oxychlorure de cuivre en poudre verte insoluble.

Chlorate de plomb. $ClO^5 PbO + HO$. S'obtient en saturant l'acide chlorique par l'oxyde de plomb. Il fournit des prismes rhomboïdaux qui deviennent opaques à l'air et sont solubles dans l'eau et dans l'alcool. Mêlé avec des corps combustibles, il détone par le choc. Par la chaleur, il laisse un résidu d'oxychlorure de plomb $PbO + 2PbCl$.

Chlorate d'argent. $ClO^5 AgO$. En dissolvant l'oxyde d'argent dans l'acide chlorique, on obtient des cristaux solubles dans 5 p. d'eau froide et dans l'alcool. Ce sel fond à 230° et se décompose à 270° en dégageant de l'oxygène et en laissant du chlorure d'argent. Chauffé brusquement, il se décompose avec explosion et production de lumière. Avec les corps combustibles il détone plus fortement que le chlorate de potasse.

En faisant passer du chlore à travers de l'eau qui tient de l'oxyde d'argent en suspension, on

obtient également du chlorate d'argent, mais un excès de chlore le transforme complétement en chlorure. Il ne se forme pas d'acide hypochloreux. L'acide hypochloreux mis en contact avec l'oxyde d'argent donne un mélange de peroxyde et de chlorure d'argent.

Le chlorate d'argent se dissout dans l'ammoniaque et donne par concentration des cristaux solubles dans l'eau et dans l'alcool. A 100° l'ammoniaque se dégage. Par une chaleur brusque, ce composé produit une explosion. La solution aqueuse, traitée par la potasse, donne un précipité gris qui est l'argent fulminant de Berthollet. Les cristaux ont la formule $AgO\,ClO^5 + 2AzH^3$.

Chlorate de protoxyde de mercure. $ClO^5\,Hg^2O$. Ce sel préparé comme le chlorate d'argent, est sous forme de beaux cristaux prismatiques qui perdent leur transparence à l'air. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool. Le sel marin précipite la solution. Chauffé à 250°, il donne un mélange d'oxyde rouge et de perchlorure et un dégagement d'oxygène.

Chlorate de peroxyde. $ClO^5HgO + HO$. Ce sel s'obtient directement en lamelles cristallines, qui se décomposent en fournissant les mêmes produits que le chlorate de protoxyde. Broyé avec des substances combustibles, il s'enflamme. L'eau le décompose en sel acide et en sel basique.

Chlorate de bismuth. La solution de l'oxyde de bismuth dans l'acide chlorique, se décompose par concentration dans le vide en donnant de l'acide hypochloreux et de l'oxychlorure de bismuth.

Chlorate de cadmium. $ClO^5HgO + 2HO$. Préparé par le chlorate de baryte et le sulfate de cad-

mium, il donne des cristaux prismatiques, très-déliquescents, solubles dans l'alcool. Il se décompose vers 80° et laisse un résidu gris qui contient de l'oxyde et du chlorure de cadmium. Par l'eau, on extrait du chlorure de cadmium, et il reste un oxychlorure bleu, très-peu permanent, que l'acide carbonique peut décomposer.

---

30. *Sur la décomposition par la chaleur du* CHLORATE, *du* PERCHLORATE, *du* BROMATE *et de l'*IODATE DE POTASSE; par M. C. Marignac. (Bibl. de Gen., juin 1843.)

Les expériences que j'ai faites prouvent que dans la transformation du chrorate de potasse en perchlorate par l'action de la chaleur, il y a trois périodes distinctes.

Dans la première, le perchlorate se forme abondamment, et en suivant une progression assez régulière, car le rapport entre l'oxygène dégagé et le chlorure formé ne varie que peu : cependant ce rapport semble diminuer constamment. Cette première période est terminée lorsque le chlorate a perdu environ 4,5 pour 100 d'oxygène. Le résidu contient alors 64 à 65 pour 100 de perchlorate et 12 à 13 pour 100 de chlorate non décomposé.

Dans la deuxième période, le chrorate achève de se décomposer, mais sans que la proportion de perchlorate augmente sensiblement; elle se termine lorsqu'il ne reste plus de chlorate dans le résidu, ce qui arrive lorsqu'on a dégagé environ 8 à 9 p. d'oxygène pour 100 p. de chlorate. Le résidu contient alors 65 à 66 p. de perchlorate, et 24 à 25 p. de chlorure pour 100 de chlorate employé.

Enfin la troisième période est celle de la décomposition du perchlorate de potasse lui-même; il se transforme alors simplement en chlorure en abandonnant son oxygène.

Il est évident, d'après cela, que la décomposition du chlorate de potasse ne peut être représentée exactement par aucune formule, car le mode de cette décomposition change à mesure que l'opération avance. M. Mitscherlich a montré il y a longtemps que certains corps, tels que l'oxyde de cuivre, le peroxyde de manganèse, etc., mélangés avec le chlorate de potasse, empêchent que celui-ci ne produise du perchlorate par sa calcination, bien que ces corps n'exercent aucune action chimique dans cette expérience. Il paraît que le chlorure de potassium et le perchlorate de potasse jouissent de la même propriété; leur seule présence en proportion un peu considérable suffit pour empêcher la formation du perchlorate. J'ai cherché à reconnaître si cette propriété appartenait à ces deux corps, ou à l'un des deux seulement. Dans ce but, j'ai fait des mélanges déterminés de chlorate et de chlorure, de chlorate et de perchlorate, et en opérant sur ces mélanges comme je l'avais fait pour le chlorate seul, j'ai trouvé que dans ces deux cas la proportion de perchlorate formée par le dégagement d'une quantité constante d'oxygène était bien moins considérable que lorsqu'on opère sur le chlorate pur.

Ainsi, plus la calcination avance, plus la masse contient de chlorure et de perchlorate, moins le chlorate qui se décompose peut fournir de ce dernier sel, et il arrive même un terme où le chlorate se décompose sans en produire une quantité sensible.

Cependant on peut demander comment s'opèrerait la décomposition du chlorate si l'on pouvait le soustraire incessamment à l'influence du chlorure et du perchlorate qui se forment. Il est impossible de répondre d'une manière rigoureuse à cette question; mais on conçoit que si ces conditions ne peuvent jamais être complétement remplies, elles ne sont du moins pas très-éloignées de l'être au premier moment de la calcination. C'est donc dans les premières expériences que nous trouverons entre l'oxygène dégagé et le chlorure formé le rapport le plus rapproché de celui qui aurait lieu sans la présence du chlorure et du perchlorate. Dans la première expérience, ce rapport est celui de 100 à 440. La seule formule simple qui s'accorde passablement avec ce résultat est la suivante :

$$3\,(ClO^5,KO) = 2\,(ClO^7,KO) + KCl + O^2,$$

qui donnerait entre l'oxygène et le chlorure le rapport de 100 à 466. La formule indiquée par M. Graham et par M. Milon donnerait le rapport de 100 : 233, et ne peut par conséquent être admise.

S'il est impossible de représenter par une formule la décomposition complète du chlorate de potasse, il est très-facile d'indiquer maintenant les conditions les plus favorables pour préparer le perchlorate. Comme il est beaucoup plus facile de purifier ce dernier sel du chlorure que du chlorate, il convient de pousser l'opération jusqu'au point où le chlorate doit être décomposé en totalité. Ce point est attient lorsque le chlorate a perdu 8 à 8,5 pour 100 d'oxygène, c'est-à-dire environ 6 1/2 litres d'oxygène par 100 gram-

mes. Il s'est produit alors environ 65 pour 100 de perchlorate.

En opérant de cette manière sur un kilogramme de chlorate, j'ai obtenu un peu plus de 600 grammes de perchlorate parfaitement pur, ce qui confirme bien les données précédentes.

Le perchlorate se décompose immédiatement par la chaleur en oxygène et en chlorure sans aucun produit intermédiaire.

Il ne se forme pas de perbromate par la calcination incomplète de bromate; non plus que du periodate par la calcination incomplète de l'iodate.

---

31. *Faits pour servir à l'histoire des* IODURES; par M. Labouré. (J. de Pharm., t. IV, p. 325.)

Les iodures solubles peuvent dissoudre de l'iode en proportion variable, selon le degré de concentration de la solution d'iodure; la quantité d'iode dissous est en raison directe de la concentration. M. Baup et d'autres chimistes ont admis les iodures iodurés comme des combinaisons définies. Pour moi je ne puis admettre leur manière de voir, car tous les faits s'y opposent.

1° Ces produits sont incristallisables et colorent immédiatement les filtres et les matières organiques comme le fait l'iode libre;

2° En contact avec la solution d'amidon, il y a aussitôt coloration bleue;

3° Traité par l'éther, l'iode se dissout, tandis que l'iodure reste en dissolution dans l'eau et forme à la partie inférieure du tube une couche transparente et incolore;

4° Si on fait passer dans la solution un courant

de gaz hydrogène sulfuré, il se fait de l'acide iodhydrique et un dépôt de soufre, et la dissolution devient incolore. On peut employer avec beaucoup d'avantage une solution d'iodure alcalin saturée d'iode pour préparer l'acide iodhydrique; on peut l'obtenir presque fumant, mais il faut avoir recours à la distillation, ce qui donne toujours un acide coloré;

5° Enfin les iodures iodurés, en contact avec de la limaille de fer, se décolorent à mesure que le fer se combine à l'iode en même temps qu'il y a élévation de température. D'après ces caractères, qui sont ceux de l'iode libre, je considère les iodures iodurés comme une simple dissolution d'iode dons l'iodure et non comme une combinaison.

J'ai observé, conjointement avec M. Cloez, mon collègue, qu'en traitant l'iodure de potassium par l'acide sulfurique concentré, on obtient constamment un dégagement de gaz sulfhydrique, qui ne peut provenir que de la décomposition de l'acide sulfurique. Cet acide agit avec assez d'énergie et production de chaleur; il se forme des vapeurs violettes d'iode, qui deviennent brunes et vont se condenser dans le haut du tube en un liquide de la même couleur; parmi les gaz qui se dégagent, nous avons remarqué surtout les acides sulfureux et sulfhydrique; il se sépare en outre de l'iode, qui reste dans le fond du tube. Comme on le voit, cette décomposition est assez complexe et difficile à expliquer, tant par le nombre des produits qui prennent naissance que par la difficulté qu'on éprouve lorsqu'on veut les séparer. Jusqu'ici, dans la préparation de l'iode avec les eaux mères des soudes de Varechs, le dégage-

ment de l'acide sulfhydrique avait été attribué exclusivement à la présence accidentelle de sulfures dans les eaux mères. D'après M. Cloez, l'oxygène de l'acide sulfurique se porterait sur de l'iode pour former de l'acide iodique. Malgré tous mes efforts je n'ai pu en constater la présence, de sorte que j'ignore encore ce que devient l'oxygène; mais j'espère bientôt me livrer à de nouvelles recherches, qui seront peut-être plus satisfaisantes.

J'ai remarqué depuis que l'iodure de potassium n'est pas le seul qui donne de l'acide sulfhydrique, mais que la plupart des iodures solubles en donnent aussi quand on les traite par l'acide sulfurique, tandis que la plupart des iodures *insolubles* sont attaqués plus ou moins facilement avec ou sans le concours de la chaleur par cet acide, et ne donnent, pour la plupart, que du gaz sulfureux, un sulfate et de l'iode sans la moindre trace d'acide sulfhydrique.

D'après M. Thénard, l'acide chlorhydrique serait sans action sur les iodures; cependant il en décompose un grand nombre et donne différents produits. Selon Sérullas, l'acide chlorhydrique liquide décompose l'iodure d'azote, l'iode se convertit en acide iodique et iodhydrique, en fixant l'oxygène et une partie de l'hydrogène de l'eau décomposée, tandis que l'autre portion d'hydrogène s'unit à l'azote pour former de l'ammoniaque, qui entre en combinaison avec l'acide chlorhydrique. D'après Sérullas, presque au même temps l'excès d'acide chlorhydrique détermine une réaction entre ses propres éléments et ceux des acides iodique et iodhydrique, telle qu'il en résulte de l'eau et un sous-chlorure d'iode, qui reste en dis-

solution. Cette seconde réaction ne se passe pas tout à fait ainsi, car l'acide chlorhydrique n'a aucune action sur l'acide iodhydrique, et ce dernier n'ayant pas besoin de la présence de l'acide chlorhydrique pour décomposer l'acide iodique, il en résulte que les acides chlorhydrique et iodhydrique réagissent en même temps sur l'acide iodique, et le décomposent en donnant lieu à de l'eau, tandis que le chlore de l'acide chlorhydrique se combine à l'iode provenant des acides iodique et iodhydrique pour former du protochlorure d'iode.

Les iodures alcalins solides, ceux de potassium, de baryum, sodium, ammonium et quelques autres, mis en contact avec l'acide chlorhydrique concentré, le colorent même à froid; mais si l'on chauffe l'acide jusqu'à l'ébullition, il se colore en jaune plus ou moins foncé; après le refroidissement, si on décante l'acide et qu'on lave le résidu à plusieurs reprises avec de l'alcool à 40°, afin d'enlever tout l'acide et l'iodure alcalin qui se dissout en même temps, on a un résidu pulvérulent, qui n'est que du chlorure alcalin, qui se dissout complétement dans l'eau et donne avec l'azotate d'argent un précipité blanc caillebotté de chlorure d'argent, soluble dans l'ammoniaque.

L'iodure de zinc se dissout à froid dans l'acide chlorhydrique et le colore en jaune.

L'acide chlorhydrique n'altère pas sensiblement à froid l'iodure jaune de plomb, mais à l'ébullition l'iodure se dissout complétement s'il y a assez d'acide; la dissolution est limpide, légèrement jaune-rougeâtre; elle abandonne par le refroidissement des cristaux aiguillés d'un jaune pâle, quelquefois groupés en aigrettes et qui sont de petits prismes à quatre pans. Après avoir décanté

l'acide on les lave promptement à deux ou trois reprises avec de l'eau distillée, car ils se décomposent par un contact prolongé avec l'eau. Ces cristaux sont composés de chlorure et d'iodure de plomb (chloroplombate de proto-iodure de plomb).

Les iodures d'antimoine, de bismuth, se dissolvent à l'ébullition dans l'acide chlorhydrique et le colorent en rouge.

D'après Rammelsberg, l'iodure de plomb ne se combinerait pas avec l'ammoniaque par la voie humide, mais seulement par la voie sèche, et formerait une masse blanche composée de PbI^2, Az^2H^6; cependant ce produit peut être obtenu par voie humide : en mettant l'iodure de plomb soit amorphe, soit cristallisé dans l'eau, en contact avec l'ammoniaque caustique, il devient blanchâtre, et après quelques jours de contact on obtient une bouillie blanche, qui ne change pas à l'air en se desséchant, et qui est de l'iodoplombate d'ammoniaque; par la chaleur il laisse dégager l'ammoniaque.

Selon Rammelsberg, le proto-iodure de cuivre se dissout bien, quoiqu'en petite quantité, dans l'ammoniaque liquide sans la colorer, mais on n'obtiendrait pas de combinaison par la voie humide. Cependant j'ai obtenu ce composé au moyen d'un sel de protoxyde de cuivre préparé par le procédé de M. Levol, en sursaturant par l'ammoniaque la solution d'un sel de bi-oxyde de cuivre, puis mettant dans le liquide des lames de cuivre, remplissant le flacon avec de l'eau distillée bouillie et le bouchant à l'émeri; on agite de temps à autre jusqu'à décoloration. Alors on met dans une éprouvette de l'iodure de potassium en dissolution, et

on y verse le protosel de cuivre ; on ferme aussitôt l'éprouvette, il se forme un précipité blanc cristallin, en même temps qu'il se dépose des cristaux prismatiques blancs, brillants, sur les parois de l'éprouvette; ces cristaux ainsi que le précipité sont formés de proto-iodure de cuivre et d'ammoniaque (iodo-cuprite d'ammoniaque). On ne peut les sécher sans qu'ils se décomposent; aussitôt qu'ils sont retirés de la liqueur ils laissent dégager de l'ammoniaque et deviennent d'une couleur verte. La liqueur dans laquelle se sont déposés les cristaux reste pendant quelques instants incolore, mais elle devient peu à peu bleue et se change en un composé de bi-odure de cuivre et d'ammoniaque (iodocuprate d'ammoniaque).

Le protochlorure d'étain décompose les iodures de mercure. Le proto-iodure en contact avec sa solution devient peu à peu noir-verdâtre, puis tout à fait noir, et un peu plus tard le mélange est d'un gris ardoise, à cause de l'oxyde d'étain qui se précipite et délaye la couleur noire.

Le bi-iodure de mercure, dans les mêmes circonstances, devient d'un rouge jaunâtre, puis jaune, jaune-verdâtre, enfin tout à fait vert, et se trouve ramené peu à peu à l'état de proto-iodure. S'il y a un excès de chlorure d'étain il est décomposé comme précédemment, il se précipite du mercure métallique très-divisé et de l'oxyde d'étain, et la liqueur contient de l'acide iodhydrique et chlorhydrique, qui retient de l'étain en dissolution.

Les iodures alcalins et autres solubles, ceux d'ammonium, de magnésium, de fer, de zinc, etc., décomposent le protochlorure de mercure (calo-

mélas); ce fait paraît assez extraordinaire quand on réfléchit au peu de stabilité du proto-iodure de ce métal.

Les iodures solides ou dissous dans l'eau distillée en opèrent également la décomposition; au point de contact le calomel prend une teinte d'un gris verdâtre : si on triture le mélange dans un mortier il devient d'un vert foncé; placé dans l'obscurité il peut rester vert assez longtemps, malgré la présence d'un excès d'iodure alcalin, tandis que si on l'expose à la lumière, la décomposition s'effectue bien plus promptement : du vert le mélange passe au jaune, puis au rouge, en même temps qu'on voit des globules de mercure métallique. Dans ces diverses réactions le calomel se change en proto-iodure de mercure et en chlorure alcalin; comme il est facile de le démontrer en traitant le mélange vert à deux ou trois fois par de l'alcool à 40°, qui enlève tout l'iodure alcalin en excès, puis on traite le résidu par l'eau distillée, qui dissout le chlorure alcalin, que l'on peut faire cristalliser et qu'il est facile de reconnaître par l'azotate d'argent, qui donne un précipité blanc caséeux de chlorure, caractérisé par sa solubilité dans l'ammoniaque. Après ces deux traitements on dessèche le résidu, qui est un mélange de proto-iodure de mercure et de calomel, puis on le chauffe dans un tube fermé à un bout; le proto-iodure de mercure se décompose en partie, laisse dégager des vapeurs de mercure métallique, qui se condensent en petits globules et forment un premier anneau d'un gris blanc; immédiatement au-dessous se dépose un second anneau jaune-verdâtre de sesqui-iodure de mercure; enfin le calomel étant moins volatil se sublime en

dernier lieu et forme un anneau blanc au-dessous du précédent.

Quant au changement de couleur du mélange vert, par son exposition à la lumière après quelques jours, il est dû à l'action secondaire qu'exerce l'iodure alcalin sur le proto-iodure de mercure.

Le proto-chlorure de mercure peut être entièrement décomposé par un excès d'iodure alcalin, comme on le voit en chauffant un mélange intime de calomel et d'iodure alcalin en excès; le mélange passe du vert au jaune, puis au rouge, entre en fusion, devient d'un brun noir; il se sublime du mercure métallique et du bi-iodure de mercure par suite de la décomposition qu'éprouve le proto-iodure en présence des iodures alcalins. Lorsqu'il ne se dégage plus rien, si on coupe avec une lime le tube près de sa base, le résidu qu'il contient est blanchâtre; entièrement soluble dans l'eau, et composé de chlorure alcalin mêlé à l'excès d'iodure alcalin.

La plupart des iodures doubles sont décomposés par l'eau; l'iodure électro-positif se dissout, tandis que l'iodure électro-négatif insoluble se précipite; cela s'observe pour les iodures doubles de proto-iodure d'étain, d'iodure de plomb, de bi-iodure de mercure, d'iodure d'argent, etc.

Selon M. Boullay, quand on traite le bi-iodhydrargyrate d'iodure de potassium par l'eau, il se sépare 1 atome de bi-iodure de mercure, et il reste du proto-iodhydrargyrate d'iodure de potassium, mais ce composé n'existe réellement pas; car il suffit de séparer le bi-iodure qui s'est précipité, de concentrer la liqueur, pour obtenir des cristaux aiguillés de bi-iodhydrargyrate d'iodure de potas

sium, qui sont entremêlés de petits cubes d'iodure alcalin.

Parmi les iodures doubles, le bi-iodhydrargyrate d'iodure de potassium a la propriété de dissoudre à l'ébullition 1 atome de bi-iodure de mercure et de le laisser précipiter en totalité par le refroidissement sans forme cristalline. M. Boullay a aussi considéré cet iodure bouillant comme un tri-iodhydrargyrate d'iodure de potassium, lequel se décompose par le refroidissement, mais ce composé n'existe pas plus que le précédent.

Les autres composés de bi-iodure de mercure avec les iodures alcalins et ceux d'ammonium, de magnésium, de fer, de zinc se comportent comme le bi-iodhydrargyrate d'iodure de potassium.

Préparation de l'iodure de baryum. — Le procédé que je propose est d'une exécution facile. Je prends le sulfure de baryum obtenu comme précédemment par la calcination du sulfate de baryte avec le charbon : après chaque traitement par l'eau distillée bouillante, je laisse déposer un instant dans le matras, puis je décante la liqueur limpide sans qu'il soit nécessaire de filtrer, et j'y verse aussitôt de la solution de proto-iodure de fer (que l'on se procure avec facilité en mettant l'iode en contact avec de l'eau distillée et un léger excès de fer en limaille).

Le sulfure de baryum et l'iodure de fer se décomposent réciproquement en iodure de baryum soluble et en sulfure de fer insoluble, qui est toujours mêlé d'oxyde de fer qui a été précipité par l'hydrate de baryte.

Quand on croit être près du point de saturation on filtre un peu de la liqueur, et lorsqu'elle ne précipite plus ni par l'iodure de fer ni par le

sulfure de baryum, ce qui indique que la décomposition est complète et qu'on n'a pas ajouté un excès d'iodure de fer, on filtre la liqueur, qui est incolore, on la reçoit dans une capsule et on évapore au bain de sable jusqu'à pellicule; alors on retire la capsule, et par le refroidissement il se forme des prismes à six pans d'iodure de baryum; on sépare l'eau mère qui est incolore, on met les cristaux à égoutter dans un entonnoir en verre, et dès qu'il ne s'écoule plus de liquide on les renferme dans un flacon à l'émeri bien sec et dont la grandeur doit être proportionnée à la quantité d'iodure que l'on veut y mettre, sans quoi les cristaux se colorent au bout d'un certain temps. Lorsqu'on ne veut pas avoir l'iodure cristallisé, il faut évaporer de suite les liqueurs jusqu'à siccité en agitant continuellement et à une douce chaleur. Dans cette opération il ne faut pas laisser longtemps les liqueurs exposées à l'air sans quoi elles se coloreraient.

Préparation de l'hydriodate d'ammoniaque. — Dans la préparation de l'hydriodate d'ammoniaque, on opère comme pour la préparation de l'iodure de potassium, en remplaçant le carbonate de potasse par celui d'ammoniaque; seulement pour obtenir un sel blanc, on a soin d'entretenir constamment dans les liqueurs un petit excès d'ammoniaque tant que dure l'évaporation.

Malgré l'addition de l'ammoniaque, on n'obtient pas toujours un sel blanc : quand il est coloré il suffit de le triturer dans un mortier et de l'exposer dans un courant d'air sec à une chaleur de 20 à 25°; au bout de quelques heures l'iode qui le colorait s'est dégagé et le sel est parfaitement blanc. Alors si on veut le faire cristalliser,

il faut le dissoudre dans l'ammoniaque liquide, que l'on sature à l'ébullition dans un matras ; ensuite on le bouche, et par le refroidissement l'iodure cristallise en petits cubes très-blancs ; on le dessèche promptement dans une étuve qui ne soit pas chauffée à plus de 25°, et on le renferme dans un flacon bien bouché, d'une capacité telle que l'iodure le remplisse complétement.

On peut aussi dans cette préparation remplacer avec avantage le carbonate d'ammoniaque par l'ammoniaque caustique, on obtient ainsi des liqueurs plus concentrées, car il faut employer une assez grande quantité d'eau pour dissoudre le carbonate d'ammoniaque.

---

32. *Nouveau procédé pour déterminer la valeur de la* POTASSE et de la SOUDE, des ACIDES et du MANGANÈSE; par MM. Frésénius et Will. (Rev. scient., t. XV, p. 535.)

Les méthodes alcalimétriques actuellement en usage donnent de bons résultats dans le cas où les produits sont exempts de sulfures, de silicates, de phosphates, de sulfites et d'hyposulfites; mais dans les cas contraires il est extrêmement difficile ou même impossible d'obtenir des résultats satisfaisants. Ces méthodes déterminent la proportion d'alcali en mesurant l'acide nécessaire à sa saturation : dans la méthode que nous proposons, on détermine la quantité d'acide carbonique qui se trouve en combinaison avec l'alcali. Voici comment on procède :

On introduit dans un petit ballon à fond plat A (*Pl.* VIII, *fig.* 7) le carbonate à analyser placé dans

le petit tube *a*, et l'acide qui doit le décomposer (on prend de l'acide hydrochlorique, ou mieux encore de l'acide sulfurique étendu) dans le petit tube *b*, qui doit être assez long pour ne pas se coucher horizontalement; puis on ferme le ballon à l'aide d'un bouchon, par lequel passe un tube B rempli de chlorure de calcium, ainsi qu'un tube *c* en verre mince dont l'une des extrémités aboutit jusqu'au fond de A, et dont l'autre, en dehors du ballon, est bouchée à l'aide d'une boulette en cire *d*. On pèse l'appareil ainsi disposé, et l'on fait ensuite sortir peu à peu l'acide du tube *b*, en inclinant le ballon. De cette manière, l'acide carbonique est expulsé; il s'échappe à travers le tube à chlorure de calcium et y laisse son humidité. Quand le dégagement est terminé (on l'aide à la fin par l'échauffement), on déplace l'acide carbonique qui se trouve encore dans l'appareil; pour cela, on enlève le tampon de cire, et, après avoir fixé en *c* un tube à chlorure de calcium à l'aide d'un ajutage en caoutchouc, on aspire en B jusqu'à ce que l'air qui passe n'ait plus la saveur de l'acide carbonique. Ensuite on pèse de nouveau l'appareil : la perte de poids indique la proportion d'acide carbonique contenue dans la substance.

Cet appareil donne des résultats fort exacts, et, pour l'usage du chimiste, laisse à peine à désirer; mais il ne saurait nous convenir, attendu qu'on ne peut y décomposer que fort peu de substance, ce qui nécessite l'emploi d'une balance très-sensible. Nous avons donc construit un nouvel appareil, dans lequel on dessèche l'acide carbonique, non pas par du chlorure de calcium, mais par le même acide sulfurique à l'aide duquel on expulse cet acide carbonique. Cet appareil

permet de décomposer des quantités considérables de substance; on n'y est jamais exposé à manquer d'acide; l'eau y est retenue d'une manière bien plus complète que cela ne se fait par le chlorure de calcium dans les cas où le développement du gaz est un peu brusque. De même, l'application de la chaleur y est inutile, vu que l'acide sulfurique en développe assez lui-même.

L'exactitude, la constance des résultats, même par l'emploi de balances de pharmacien avec cordons et plateaux en corne, et la facilité avec laquelle on les obtient, ont de beaucoup dépassé nos espérances. La simplicité de l'appareil permet à chacun de le construire soi-même, comme on le verra par la description suivante.

A et B sont deux petits ballons qu'on peut remplacer par des fioles à médecine, munies d'un goulot assez large. A doit contenir de 2 à 2 1/2 onces d'eau; il convient que B soit un peu plus petit, à peu près de la capacité de 1 1/2 à 2 onces. On ferme les ballons avec des bouchons en liége, percés à deux trous, qui reçoivent les tubes *a*, *c*, *d*, ainsi que l'indique la figure 8. Les bouts de tous ces tubes sont ouverts; lorsqu'on peut se servir de l'appareil, on ferme le tube *a* à son extrémité *b* par une boulette de cire. On verse la substance pesée dans A et on emplit le ballon au tiers d'eau; B est à moitié rempli d'acide sulfurique concentré. On enfonce ensuite les bouchons et on pèse l'appareil. En appliquant la bouche à l'extrémité *d*, on aspire un peu d'air, et on raréfie conséquemment l'air de tout l'appareil. Il en résulte que l'acide sulfurique qui se trouve dans B s'élève dans le tube *c* et qu'il en coule une petite quantité dans A. Mais dès qu'il arrive dans la solution du

carbonate, un vif dégagement d'acide carbonique s'établit; ce gaz, pour sortir de *d*, la seule ouverture de l'appareil, est obligé de traverser l'acide sulfurique concentré, et s'y dépouille complétement de toute humidité. Par l'arrivée de l'acide sulfurique dans A, le liquide s'échauffe et se dilate, ainsi que la couche d'air au-dessus; par le refroidissement ils reprennent leur volume primitif, ce qui a pour conséquence de faire monter une nouvelle dose d'acide sulfurique dans A, dès que le développement de gaz a cessé. Ces ascensions réitérées de l'acide sulfurique se trouvent appuyées en outre, au commencement de l'opération, en ce que l'acide carbonique qui se trouve encore en A est absorbé par le carbonate alcalin non décomposé, et le transforme en sesqui-carbonate ou en bi-carbonate. Toutefois l'expérience durerait trop longtemps, si l'on attendait chaque fois que ces ascensions se continuassent d'elles-mêmes, et il est bien plus simple de raréfier de nouveau l'air dans l'appareil, après chaque développement de gaz, en aspirant l'air, comme au commencement, à l'extrémité du tube *d*. L'opération s'achève ainsi dans l'espace de quelques minutes.

Dès que le carbonate est complétement décomposé, on remarque que de nouvelles additions d'acide n'occasionnent plus de dégagement de gaz; on en fait passer encore une plus grande portion en A, afin que le liquide s'échauffe assez pour lâcher tout l'acide carbonique qu'il aurait absorbé.

Une fois que le dégagement de gaz a complétement cessé, on débouche le tube *a* en soulevant la boulette de cire, en aspirant en *d*, jusqu'à ce que tout l'acide carbonique qui remplirait encore

l'appareil soit remplacé par de l'air. Après avoir laissé refroidir l'appareil, on l'essuie et on le pèse. La perte de poids indique avec beaucoup d'exactitude la quantité d'acide carbonique contenue dans la matière. Nous verrons tout à l'heure comment ce résultat conduit à la quantité de carbonates alcalins renfermés dans la soude ou la potasse.

La potasse et les soudes du commerce peuvent contenir des carbonates terreux, du sulfure, du sulfite et des hyposulfites, des alcalis caustiques et de l'eau: on s'assure de la présence de ces substances de la manière suivante.

1. *Carbonates de terres alcalines.* — Sur un échantillon de la potasse ou de la soude, réduite en poudre, on verse de l'eau de pluie chaude. S'il se dissout parfaitement ou qu'il ne reste que peu de flocons insolubles, on peut être assuré de l'absence des carbonates terreux; mais s'il reste une poudre blanche qui, après avoir été lavée, fait effervescence avec les acides, cela démontre la présence du carbonate de chaux ou de magnésie. Dans ce cas, on dissout une quantité pesée dans l'eau de pluie chaude; on filtre; on lave le résidu, et on introduit la partie filtrée (qu'on concentre au besoin) dans le petit ballon A, pour procéder comme on l'a dit plus haut.

2. *Sulfites et hyposulfites.* — On ne les rencontre que dans la soude et jamais dans la potasse. On s'assure facilement de leur présence en colorant environ 2 onces d'acide sulfurique étendu avec du chromate de potasse, et en y ajoutant un peu de la soude à examiner, de manière toutefois que le liquide reste encore acide. Si la couleur jaune rougeâtre du liquide devient verte, cela indique que les sels en question s'y trouvent. Le

sulfure de sodium détermine, il est vrai, le même changement de nuance; mais dès que cela a lieu, on peut toujours admettre qu'il s'y trouve aussi de l'hyposulfite de soude. On découvre aisément les *sulfures alcalins* en humectant la potasse ou la soude avec une solution de carbonate d'ammoniaque; il se dégage alors du sulfhydrate d'ammoniaque, reconnaissable à son odeur et à sa propriété de noircir un papier humecté d'une solution d'acétate de plomb. Si l'un ou l'autre de ces mélanges se trouve dans le produit, on y ajoute une pincée de chromate de potasse, avant de procéder à la détermination de l'acide carbonique.

3. *Potasse et soude caustiques.* — On délaye 1 p. du produit avec environ 3 p. de chlorure de baryum dans l'eau bouillante; après avoir agité, on essaye une partie de la liqueur filtrée avec un papier curcuma. S'il brunit, cela indique la présence de la potasse caustique. Il faut, bien entendu, que le chlorure de baryum soit parfaitement neutre et en excès. S'il y avait en même temps des sulfures alcalins, on n'aurait pas besoin de chercher les alcalis caustiques, ceux-ci se trouvant toujours en présence des sulfures.

Si les produits renferment l'un ou l'autre de ces alcalis caustiques, on broie l'échantillon pesé, destiné à l'essai, avec 3 ou 4 p. de sable quartzeux pur; on y mélange 1/4 ou 1/3 de carbonate d'ammoniaque réduit en poudre; on introduit la poudre dans une petite capsule, et après avoir humecté le mélange, on l'abandonne pendant quelque temps; puis on chauffe jusqu'à ce que l'eau et le carbonate d'ammoniaque soient entièrement chassés.

Dans le cas où le produit renferme, outre de

l'alcali caustique, du sulfure alcalin, on emploie pour l'humectation de l'ammoniaque en place d'eau, afin de ramener le sesqui-carbonate d'ammoniaque à l'état de carbonate neutre; autrement il se dégagerait du sulfhydrate d'ammoniaque, tandis qu'une partie du sulfure alcalin passerait à l'état de carbonate. Après le refroidissement, on enlève la masse de la capsule au moyen d'un couteau, et on l'introduit dans le ballon A; on rince avec un peu d'eau, et l'on procède comme on va l'indiquer. Le sable sert à empêcher que la masse ne s'agglomère ni ne donne des projections par la dessiccation.

Pour doser l'*eau*, on place sur la balance une petite capsule en fer-blanc de 2 pouces de diamètre, et muni d'un couvercle fermant légèrement, ou bien un petit creuset en porcelaine également muni de son couvercle; on place sur le même plateau un poids de 10 grammes; puis on met la balance en équilibre en mettant dans l'autre plateau des grains de plomb. Ensuite on choisit de la matière, à divers endroits, des échantillons que l'on broie; on retire le poids de 10 grammes, et on le remplace par la poudre jusqu'à ce que la balance soit en équilibre. De cette manière, la capsule se trouvera renfermer exactement 10 grammes de potasse ou de soude.

On chauffe la capsule sur une bonne lampe à esprit-de-vin, jusqu'à ce que toute l'eau soit chassée, et après qu'elle est refroidie, on la replace sur la balance où se trouve encore la tare; le nombre de décigrammes qu'il faut alors y ajouter exprime la proportion de l'eau pour 100 parties.

De la potasse ainsi purifiée d'eau, on pèse 6,29 grammes; si c'est de la soude, on en prend

4,84 grammes; on place la matière, à l'aide d'une carte, dans le ballon A de l'appareil fig. 8, qu'on remplit alors d'eau environ au tiers. On tare ensuite l'appareil, après l'avoir bien essuyé, et aspirant légèrement en *d*, on détermine l'ascension de l'acide sulfurique de B en A. Dès que la décomposition est terminée, on soulève le bouchon de cire *b*, on aspire un peu d'air à travers l'appareil jusqu'à ce que tout l'acide carbonique soit éloigné, et après le refroidissement, qu'on peut hâter en plongeant l'appareil dans l'eau froide, on porte celui-ci sur la balance, et l'on remplace par des poids l'acide carbonique qui s'est dégagé.

Le nombre des centigrammes qu'il faut ajouter pour mettre la balance en équilibre donne, étant divisé par 2, la quantité de carbonate de potasse ou de soude pour 100 parties. Ainsi, par exemple, si 6,29 gr. potasse avaient donné une perte de 1,60 gr., elle contiendrait $\frac{160}{2} = 80$ p. c. de carbonate de potasse.

Le dosage de la soude ou de la potasse caustique que les produits pourraient renfermer est de quelque intérêt, et s'exécute aisément par notre méthode.

On pèse, suivant qu'il s'agit de potasse ou de soude, deux portions de 6,29 ou 4,84 gr. du résidu déshydraté; dans l'une, on détermine directement l'acide carbonique, et dans l'autre, après l'avoir traitée par le carbonate d'ammoniaque. La différence des deux résultats donne les p. c. de potasse caustique, si on la multiplie par 34,101, et de soude, si on la multiplie par 29,38.

33. *Sur la préparation du* SULFHYPOSULFATE *de potasse*; par M. Mathieu Plessy. (Ann. de chim., t. XI, p. 182.)

Pour préparer les hyposulfites de potasse et de soude, je me procure du sulfite neutre en saturant une solution de carbonate de potasse par l'acide sulfureux, puis, ajoutant à la liqueur qui contient un bisulfite, une nouvelle quantité de carbonate de potasse, tant qu'il y a effervescence. Le sulfite neutre étant obtenu, on le fait bouillir avec un excès de fleur de soufre pendant 15 ou 20 minutes, on filtre et on évapore à consistance sirupeuse. Il se dépose souvent un peu de sulfate. On décante la liqueur claire, et, par une nouvelle concentration, le liquide donne de beaux cristaux d'hyposulfite.

Pour préparer le sulfhyposulfate de potasse je fais réagir l'acide sulfureux sur l'hyposulfite de potasse. Je me procure une dissolution concentrée d'hyposulfite en prenant de l'eau un peu alcoolisée, et y ajoutant de l'hyposulfite jusqu'à ce que l'alcool arrive à la surface et se sépare de la dissolution. J'y fais passer de l'acide sulfureux en maintenant la température à 25 ou 30°. Si la liqueur se colorait en jaune intense et répandait l'odeur de l'acide sulfureux, il faudrait arrêter le dégagement du gaz. Après quelques heures, la liqueur se décolore et il se dépose une grande quantité de cristaux. On les sépare, et, si l'on veut en obtenir une plus grande quantité, on dissout dans l'eau mère une nouvelle dose d'hyposulfite et on la traite de nouveau par l'acide sulfureux.

Les cristaux obtenus sont dissous dans l'eau

à 50°; on sépare du soufre qui se dépose, on ajoute à la liqueur $\frac{1}{8}$ de son volume d'alcool à 84 centièmes, on chauffe encore un peu, et la solution fournit par refroidissement des cristaux prismatiques très-purs; par la chaleur, ils donnent du soufre, de l'acide sulfureux et un résidu de 64,36 p. o/o de sulfate neutre de potasse. Ce sel possède du reste toutes les propriétés du sulfhyposulfate de potasse; l'acide sulfurique et l'acide nitrique donnent avec sa dissolution du soufre et de l'acide sulfureux; l'acide chlorhydrique ne la décompose pas; elle ne précipite pas les sels de chaux, de baryte, de fer, de zinc, de magnésie, de nickel, de cuivre; elle précipite en noir les sels de protoxyde de mercure, en bleu les sels de deutoxyde; avec le nitrate d'argent, le précipité est blanc jaunâtre et noircit bientôt.

L'eau mère des cristaux dont je viens de donner les propriétés, traitée par l'alcool concentré, laisse déposer des cristaux dont la forme diffère de celle des cristaux de sulfhyposulfate et qui appartiennent à l'hyposulfate bisulfuré.

---

34. *Sur l'action oxydante du* CHLORATE DE POTASSE; par M. Barreswill. (J. de Pharm., t. IV, p. 105.)

Le fer et le zinc s'oxydent dans une dissolution de chlorate de potasse et changent ce sel en chlorure. Le plomb ne s'oxyde pas, à moins qu'il y ait présence d'acide carbonique.

Le sulfate de protoxyde de fer est transformé par le chlorate de potasse en sel neutre de peroxyde qui reste dissous et en sous-sel $F^2O^3SO^3$ qui se précipite à chaud; le sulfate neutre de peroxyde

de fer réagit sur le chlorate qu'il change en sulfate en se transformant lui-même en sous-sulfate insoluble.

---

35. *Sur le* CYANOFERRURE DE POTASSIUM; par M. Schœnbien. (J. d'Erd., t. XXX, p. 130.)

Le fer, le zinc, la plupart des métaux, même l'argent, le soufre, le phosphore, l'hydrogène à l'état naissant, l'éther, l'alcool et beaucoup de substances organiques, ramènent plus ou moins promptement le cyanoferride de potassium à l'état de cyanoferrure; la décomposition paraît exiger le contact de l'air, et elle est accompagnée d'un dégagement sensible d'ammoniaque.

Au contraire l'oxygène, à l'état naissant, ainsi que les peroxydes, tels que ceux de plomb et de manganèse, changent le cyanoferrure en cyanoferride, tout comme le fait le chlore.

---

36. *Sur quelques expériences relatives à l'emploi de l'engrais liquide et des* SELS AMMONIACAUX *pour fertiliser diverses cultures, et sur la compression de champs de froment et de prés avec le rouleau des chaussées*; par M. Schattenmann. (Comp. rend. de l'Acad., t. XVII, p. 1128, et t. XVIII, p. 114.)

D'après ces expériences, 400^k de sulfate ou d'hydro-chlorate d'ammoniaque suffisent pour fumer un pré de telle sorte que celui-ci produise deux fois autant de foin que s'il eût été abandonné à lui-même; la végétation est tout aussi vigoureuse la seconde année que la première et je ne doute pas que l'emploi des sels ammoniacaux ne se fasse

sentir au moins pendant trois années. Des lors ces sels pourront venir en aide aux contrées qui ne produisent pas assez de fumier; car en admettant que 400 kil. de sels à 60 fr. le quintal métrique, faisant 240 fr., fertilisent la culture d'un hectare pendant trois années, la dépense annuelle ne serait plus que de 80 fr., qu'une production plus abondante couvrirait avec usure.

Il faut employer les sels à l'état de dissolution marquant 1° à l'aréomètre et qui se trouve en contenir 2 kil. par 100 litres.

J'ai employé simultanément les eaux d'une fosse d'aisance à 4 degrés, saturées par le sulfate de fer ou l'acide sulfurique, et j'en ai obtenu des effets analogues à ceux des dissolutions d'autres sels ammoniacaux.

Ces sels, même à forte dose, ne produisent pas le moindre effet sur la luzerne et sur le trèfle. C'est une exception radicale; mais la seule que j'ai rencontrée dans mes expériences. Au contraire, l'effet est des plus considérables sur le froment, l'orge et l'avoine, et si l'on ne ménage pas convenablement la dose, la production en paille est excessive et l'on obtient beaucoup moins de grains.

Au mois d'octobre j'ai fait passer un rouleau compresseur de 1^m.30 de longueur sur 1^m.30 de diamètre, et du poids de 3.000 kil., une seule fois sur un champ de froment de 230 ares. Ce froment était levé et la compression a été uniforme et complète. Ce champ est demeuré uniformément garni, la plante s'est bien développée au printemps et elle est restée complétement belle jusqu'à la récolte. Tous les cultivateurs des environs l'ont remarqué et en ont été étonnés.

J'ai récolté sur ces 230 ares ares 7.750 litres de froment pesant 5.632 kil. et 12.202 kil. de paille, total 17.834 kil., soit par hectare, 3.360 litres de froment pesant 2.448 kil. et 5.305 de paille, total 7.753 kil., produit qui est très-satisfaisant pour un terrain léger et de médiocre qualité.

---

37. *Expériences sur la fertilisation des terres par les* SELS AMMONIACAUX, *les nitrates et d'autres composés azotés;* par M. Kulmann. (Comp. rend. de l'Acad., t. XVII, p. 1118.)

M. Bouchardat ayant annoncé à l'Académie que selon ses recherches, les dissolutions des sels ammoniacaux ne fournissent pas aux végétaux l'azote qu'ils s'assimilent, j'ai cru devoir reprendre les essais qui m'avaient conduit antérieurement à des résultats tout opposés. J'ai en conséquence expérimenté diverses substances ammoniacales sur 3 ares d'une même prairie, en employant pour chacun de ces 3 ares 975 litres de dissolution, ce qui revient à 325 hectolitres par hectare. Le tableau suivant présente les résultats que j'ai obtenus.

NATURE DE L'ENGRAIS employé.	QUANTITÉ par hectare.	PRIX par 100 k. transportés.	QUANTITÉ de foin récoltée sans addition d'engrais.	QUANTITÉ de foin supplémentaire due à l'engrais.	PRIX du foin par 100 k.	DÉPENSE.	RECETTE.	DIFFÉRENCE exprimant le bénéfice par + et par —.
	kil.	fr. c.	kil.	kil.	fr.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1. Chlorhydrate d'ammoniaque.	200	100,00	4000	1.716	8	266,00	137,28	— 128,72
2. Sulfate d'ammoniaque.	266	60,00	»	1.983	»	159,60	98,64	— 60,96
3. Nitrate de soude. . . .	266	60,00	»	1.723	»	172,90	137,84	— 35,06
4. Eau ammoniacale des usines à gaz (*a*).	lit. 5.400	»	»	2.300	»	54,00	184,00	+ 130,00
5. Dissolution gélatineuse des fabriques de noir animal (*b*).	21.660	0,75	»	2.493	»	163,40	200,44	+ 37,00
6. Urine de cheval. . . .	21.660	0,75	»	2.240	»	162,40	179,20	+ 17,80
7. Engrais flamand (*c*). .	21.660	0,75	»	3.433	»	162,40	274,64	+ 112,64

(*a*) La dissolution a été préparée avec un mé-

lange de l'eau ammoniacale de l'usine à gaz de Lille marquant 4° avec le double de son volume de l'eau acide provenant de l'acidification des os dans la fabrique de gélatine; le phosphate de chaux précipité est resté mélangé au liquide, mais son influence ne paraît se manifester que très-lentement.

(*b*) Liquide obtenu par l'ébullition dans l'eau à laquelle je soumets les os de cuisine pour en extraire la graisse. L'eau gélatineuse qui reste après la séparation du suif contient 2 1/2 pour 100 de gélatine impure et un peu altérée.

(*c*) L'engrais flamand employé consistait en urine et en matières fécales : il était moins aqueux que celui qui est livré habituellement aux cultivateurs.

D'après ces données on trouve que les sels ammoniacaux employés directement agissent comme les engrais azotés ordinaires. La quantité des produits récoltés est assez en rapport avec la quantité d'azote que les divers sels contiennent, et le nitrate de soude donne des résultats analogues.

Les engrais azotés n'interviennent pas seulement en fournissant leur azote aux plantes, mais encore en donnant à la plante une force assimilatrice qui lui permet de s'emparer d'une plus grande quantité d'azote de l'atmosphère, ainsi que des substances minérales qui sont indispensables à une bonne végétation et surtout à la fructification.

En outre, j'ai tout lieu de penser que le carbonate d'ammoniaque, résultat habituel de la décomposition des engrais azotés, ou du contact du chlorhydrate ou du sulfate d'ammoniaque avec la craie, sous l'influence du soleil, agit sur les chlo-

rures de potassium et de sodium, les transforme en chlorhydrates d'ammoniaque et en carbonates de potasse ou de soude susceptibles d'être saturés par les acides organiques.

Dans les conditions actuelles du prix des sels ammoniacaux et du nitrate de soude en France, si l'on ne tient compte que d'une seule récolte, il y a une perte du plus du tiers du montant de la dépense; il faudrait pour qu'il y eût bénéfice que l'effet fertilisant se soutint pendant plusieurs années ou que le prix des sels diminuât beaucoup, et c'est ce qu'il est très-permis d'espérer.

---

38. *Mémoire sur la combinaison de* L'ACIDE SULFURIQUE *et de l'ammoniaque anhydre, désignée jusqu'ici sous le nom de* SULFAMIDE ; par M. Jacquelain. (Ann. de ch., t. VIII, p. 293.)

Pour préparer ce produit, obtenu d'abord par M. H. Rose, je fais arriver dans un ballon bien sec du gaz ammoniac desséché par de la potasse caustique et de l'acide sulfurique anhydre, provenant d'une cornue dans laquelle il avait été préalablement condensé. Il faut faire en sorte que le gaz ammoniac soit toujours en excès. La sulfamide se dépose en flocons pulvérulents sur les parois du ballon. Pour la priver du gaz ammoniac qu'elle condense toujours en proportion variable, je la fais fondre dans un excès de gaz ammoniac sec, et j'obtiens ainsi un composé cristallin bien défini.

Cette matière, ainsi obtenue, est inaltérable à l'air, très-soluble dans l'eau avec production de froid, et ne précipite pas le chlorure de baryum acidifié par l'acide chlorhydrique. Elle contient :

$3Az^2H^6$	643,50	24,30
$4SO^3$	2004,64	75,70
	2648,14	100,00

Quand on ajoute la dissolution de sulfamide dans une dissolution de chlorure de baryum ammoniacale, on obtient un précipité cristallin dont la formule est $3\,SO^3\,(2\,BaO\,Az^2\,H^6)$, et dans lequel l'acide sulfurique est dissimulé, tout comme dans la sulfamide.

Laissé longtemps en dissolution dans l'eau, la sulfamide se convertit en sulfate d'ammoniaque ordinaire et en acide sulfurique libre. La chaleur accélère cette décomposition.

39. *Action de l'ammoniaque liquide sur plusieurs* CHROMATES *du groupe magnésien*; par MM. Malaguti et Arzeau. (Ann. de ch., t. IX, p. 434.)

Chromate de cuivre. Le précipité brun-chocolat qu'on obtient en mélangeant deux dissolutions bouillantes de chromate neutre de potasse et de sulfate de deutoxyde de cuivre, est un sel quadribasique dont la formule est $Cr\,O^3\,4\,Cu\,O + 5\,HO$.

Traité par l'ammoniaque, ce chromate se dissout, et donne une liqueur verte qui, refroidie à quelques degrés au-dessous de zéro, produit des cristaux prismatiques à base rhombe volumineux. Ces cristaux se décomposent à l'air et dans l'eau. Leur formule brute est la suivante :

$$2\,Cr\,O^3 + 3\,Cu\,O + 5\,Az\,H^3 + 2\,HO.$$

En admettant les vues de M. Graham et de M. Kane sur la constitution des sels basiques

ammoniacaux, nous considérerons le composé précédent comme ayant la formule suivante :

$$2\,CrO^3\,AzH^4O + 8\,CuO\,AzH^3.$$

Il serait analogue au sulfate de cuivre ammoniacal : $2\,SO^3\,AzH^4O + 2\,CuO\,AzH^3$.

Oxyammoniure de cuivre. Les eaux mères dans lesquelles s'étaient formées les cristaux de chromate de cuivre ammoniacal, évaporées dans une atmosphère sèche de gaz ammoniac laissent pour résidu des aiguilles prismatiques bleues d'oxyammoniure de cuivre, mêlées de cristaux de chromate ammoniacal. Si ce mélange est placé dans une atmosphère ammoniacale humide, l'oxyammoniure tombe seul en déliquescence. En répétant plusieurs fois ces deux opérations, on finit par avoir le produit pur. L'air et l'eau le décomposent : par la chaleur il laisse dégager de l'eau et de l'ammoniaque, et il donne un résidu de cuivre métallique. Sa composition est la suivante :

$$CuO + 2\,AzH^3 + 4\,HO.$$

Ammoniaque et chromate basique de zinc. En décomposant un sel neutre de zinc par du chromate neutre de potasse, ou en saturant l'acide chromique par du carbonate de zinc, on obtient un chromate jaune, dont la formule est la même que celle du sel de cuivre correspondant :

$$CrO^3 + 4\,ZnO + 5\,HO.$$

L'ammoniaque dissout ce sel lentement. La dissolution, traitée par l'alcool, laisse précipiter le chromate ammoniacal sous forme d'une bouillie cristalline. L'analyse de ce sel conduit à la formule :

$$CrO^3\,AzH^4O + ZnO + AzH^3 + 4\,HO.$$

Analogue au sulfate ammoniacal :

$$SO^3 AzH^4O + ZnO + AzH^3 + 3HO.$$

Dans la préparation du chromate ammoniacal, il se forme aussi un oxyammoniure de zinc qui n'a pas été obtenu cristallisé. En suivant le même procédé que pour obtenir l'oxyammoniure de cuivre, on obtient un hydrate de zinc cristallisé.

$$ZnO + HO.$$

Ammoniaque et chromate de cadmium. Le chromate basique obtenu par double décomposition a pour formule $2CrO^3 5CdO + 8HO$. Ce sel, traité par l'ammoniaque, a donné un sel ayant la formule :

$$CrO^3 AzH^4O + CdO AzH^3 + 2HO.$$

Analogue au sulfate ammoniacal que nous avons obtenu, en versant une dissolution ammoniacale de sulfate de cadmium dans l'alcool.

$$SO^3 AzH^4O + CdO AzH^3 + 3HO.$$

Ammoniaque et chromate basique de nickel. Le chromate basique de nickel, obtenu par double décomposition, a pour formule $CrO^3 + 4NiO + 6HO$. Il s'attaque facilement par l'ammoniaque, et donne un sel cristallisé.

$$CrO^3 AzH^4O + NiO(AzH^3)^2 + 3HO.$$

L'oxyammoniure de nickel, qui se forme en même temps, ne paraît pas pouvoir exister à l'état sec.

En traitant par l'ammoniaque le chromate basique de cobalt, on obtient un mélange de deux produits cristallins que nous n'avons pas pu séparer.

Action de l'ammoniaque sur les chromates acides. En saturant une dissolution d'acide chromique par du carbonate de cuivre tant qu'il y a

effervescence, on obtient un précipité de sel basique, et dans la liqueur un bichromate de cuivre. En traitant cette liqueur par l'ammoniaque, on obtient le même chromate ammoniacal que celui décrit plus haut et du chromate d'ammoniaque.

On obtient des réactions semblables avec les chromates acides de zinc et de cadmium.

Dans l'analyse de tous les composés qui précèdent, nous avons reconnu que l'oxyde de chrome précipité par l'ammoniaque dans une liqueur qui renfermait du sulfate de potasse et du chlorure de potassium, entraînait toujours une quantité très-notable de ces sels que l'eau bouillante n'enlevait pas. Nous n'avons pu éviter cette cause d'erreur qu'en dissolvant au moins trois fois l'oxyde de chrome hydraté dans l'acide chlorhydrique, et le précipitant chaque fois par l'ammoniaque.

---

40. *Sur les* BISULFATES *de baryte et de chaux*; par M. Berzélius. (Comptes rendus 1843, p. 101.)

Bisulfate barytique. J'ai trouvé que, quand on verse de l'acide sulfurique sur du sulfate barytique calciné, et qu'on fait digérer ensemble, ce dernier sel se convertit en petits cristaux grenus, formés de $\dot{Ba}\dddot{S} + \dot{H}\dddot{S}$, et qui se décomposent immédiatement au contact de l'eau. Si l'on décante l'acide sulfurique et qu'on le laisse absorber lentement l'humidité de l'air, il dépose des aiguilles soyeuses qui renferment $\dot{Ba}\dddot{S} + \dot{H}\dddot{S} + 2\dot{H}$.

Bisulfate calcique. Quand on traite du gypse calciné par l'acide sulfurique, comme il vient d'être

dit à l'égard du sulfate barytique, il se convertit aussi en petits cristaux formés de grains un peu plus gros, et renfermant $\dot{Ca}\ddot{\dot{S}} + \dot{H}\ddot{\dot{S}}$. Ces sels acides se décomposent immédiatement au contact de l'eau, qui en extrait l'excès d'acide.

---

41. *Sur l'*YTTRIA; par M. H. Rose. (J. für Chem., t. XXIX, p. 334.)

Il y a des gadolinites et des orthites qui renferment de la glucine. Je me suis assuré que, comme l'avait annoncé M. Scheerer, cette terre ne peut pas être dissoute par la potasse en présence de l'yttria et des oxydes de fer, de cerium, de lanthane, etc.

Pour extraire la glucine des gadolinites, il faut, après que l'on a séparé la silice par la voie ordinaire, précipiter la dissolution chlorhydrique par l'ammoniaque, mélanger le précipité avec du charbon et le chauffer à une température élevée dans un courant de chlore; il se sublime beaucoup de chlorure ferrique et de chlorure glucique, ainsi qu'un peu de chlorure aluminique, mais point de chlorure yttrique, ce chlorure étant fixe, contrairement à ce que l'on a cru jusqu'ici. Comme une seule opération ne suffit pas pour enlever tous les chlorures volatils, on reprend la masse charbonneuse par l'eau, on traite la dissolution par de l'ammoniaque et l'on soumet le précipité au même traitement, après l'avoir mélangé avec du charbon. Ordinairement, il faut répéter l'opération une troisième fois pour chasser les dernières traces des chlorures volatils.

On reprend encore par l'eau la masse charbon-

neuse : on ajoute de l'acide sulfurique à la dissolution, et en évaporant convenablement on obtient des cristaux légèrement rosés qui présentent la composition et les propriétés signalées par M. Berzélius.

En décomposant par le sodium, soit le chlorure pur, soit le fluorure, on obtient de l'yttrium sous forme d'une poudre noire, mais le métal reste mélangé d'une quantité notable d'yttria.

---

42. *Sur l'*YTTRIA *et les oxydes de* TERBIUM *et d'*ERBIUM ; par M. Mosander. (J. für prakt. Chem., t. XXX, p. 288.)

Je viens de découvrir que la substance considérée jusqu'à ce jour comme l'yttria n'est pas formée d'un seul oxyde, mais qu'on doit en majeure partie la considérer comme un mélange d'au moins trois oxydes, dont deux paraissent nouveaux et inconnus jusqu'à présent. La plupart des caractères chimiques sont les mêmes dans tous les trois, et c'est pour cette raison qu'il a été si facile aux chimistes de ne pas reconnaître leurs différences réelles.

Voici les caractères particuliers à ces oxydes et qui les distinguent de tous les autres : 1° bien que ce soient des bases énergiques, plus énergiques que la glucine même, ils sont insolubles dans l'eau et dans les alcalis caustiques ; mais, d'un autre côté, même après avoir été exposés à une forte chaleur, solubles dans une dissolution bouillante de carbonate de soude ; toutefois la majeure partie se sépare au bout de quelques jours de sa dissolution à l'état de sel double ; 2° combinés avec l'acide carbonique,

ils sont très-solubles dans une dissolution froide de carbonate d'ammoniaque, et si on en sature cette dissolution, il y a aussitôt commencement de séparation d'un sel double de carbonate d'ammoniaque et des carbonates indiqués, et même en quantité telle, qu'au bout de quelques heures, il ne reste plus que très-peu d'oxyde en dissolution. Ainsi s'expliquent les observations de plusieurs chimistes; suivant eux, l'yttria, comme ils l'appellent, se dissout tantôt en abondance, tantôt à peine dans le carbonate d'ammoniaque; suivant eux encore, les sels de ces oxydes ont une saveur sucrée et les sulfates se dissolvent avec plus de difficulté dans l'eau chaude que dans l'eau froide, sans pourtant former avec le sulfate de potasse des sels doubles qui sont insolubles dans une dissolution saturée de ce dernier.

Si on réserve le nom d'yttria à la plus énergique de ces bases, qu'on nomme celle qui vient ensuite oxyde de terbium, et que la plus faible reçoive la dénomination d'oxyde d'erbium, voici les différences caractéristiques qui distinguent ces trois substances : Le nitrate d'yttria est extrêmement déliquescent; la dissolution du nitrate de terbium, qui a une couleur rouge pâle, s'évapore bientôt en laissant une masse cristalline rayonnée, qui ne change pas à l'air à moins qu'il ne soit très-humide. Les cristaux de sulfate d'yttria sont incolores et restent clairs et transparents durant une exposition de plusieurs semaines à l'air et à une température de 86° F. à 158° F., tandis qu'une dissolution de sulfate de terbium donne, par l'évaporation à une basse température, un sel qui s'effleurit aussitôt en formant une poudre blanche. L'oxyde de terbium, dont les sels ont une couleur rougeâ-

tre, paraît être incolore à l'état de pureté comme l'yttria. L'oxyde d'erbium se distingue des deux premiers en ce que, chauffé au contact de l'air, il prend une couleur jaune-orange foncée; il perd cette couleur avec une faible diminution de poids, lorsqu'on le chauffe dans du gaz hydrogène, et c'est à la présence de l'oxyde d'erbium que l'yttria doit sa couleur jaune, lorsqu'on l'obtient par le procédé indiqué jusqu'à ce jour. Il est plus vraisemblable que dans tous les cas où on a cru avoir obtenu une yttria incolore, la prétendue yttria était formée en majeure partie de glucine, du moins avant qu'on connût le moyen de séparer complétement la dernière terre.

Le sulfate et le nitrate d'erbium sont tous deux incolores, bien que la dissolution de l'oxyde dans les acides soit quelquefois jaune, et le sulfate ne s'effleurit pas.

Je n'ai pas encore pu, à la vérité, découvrir un procédé facile et sûr pour obtenir chacun de ces oxydes à l'état de pureté chimique; mais j'engage les chimistes de s'assurer, par le moyen suivant, de l'exactitude de mes assertions : Si à une dissolution d'yttria on ajoute une portion d'acide libre, et qu'on la verse alors par gouttes dans une dissolution de bi-oxalate de potasse, en remuant constamment, jusqu'à ce que le précipité ne se redissolve plus, il se forme en quelques heures un précipité qui doit être séparé; la dissolution restante est traitée de la manière indiquée jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. Si alors on neutralise la liqueur par un alcali, on obtient un petite quantité d'oxalate d'yttria presque pur. Les précipités obtenus en premier lieu sont cristallins au plus haut degré et se déposent promp-

tement, tandis que le dernier, qui est pulvérulent, se dépose avec lenteur. Les premiers contiennent le plus d'oxyde d'erbium mélangé avec l'oxyde de terbium et de l'yttria; ceux qui viennent ensuite renferment moins d'oxyde d'erbium, plus d'oxyde de terbium et d'yttria, tandis que les derniers contiennent toujours plus d'yttria mélangée avec de l'oxyde de terbium. Les premiers précipités sont toujours rougeâtres et les derniers incolores. Si on traite un mélange d'oxalates de ces bases par un acide très-étendu, on obtient d'abord un sel qui renferme le plus d'yttria, puis un autre plus riche en oxyde de terbium, et le résidu contient surtout de l'oxyde d'erbium. Je suis même parvenu une fois à obtenir un sel double de sulfate de potasse avec du sulfate d'erbium (qui se dissout avec difficulté dans une dissolution saturée de sulfate de potasse), en traitant une dissolution légèrement concentrée de nitrate de terbium et d'erbium par un excès de sulfate de potasse. Je me propose de revenir plus tard sur ce sujet.

---

43. *Recherches sur la* ZIRCONE; par M. Hermann. (J. d'Ed., février 1844.)

Lorsque les zircons sont à peu près purs, après qu'on les a attaqués par la soude et traités par l'acide muriatique, on précipite la zircone par l'ammoniaque, on la redissout dans l'acide muriatique et l'on fait cristalliser le chlorure basique qui se produit. Mais quand le minéral zirconifère est très-mélangé de matières étrangères, il faut ajouter à la dissolution non de l'ammoniaque mais du sulfate de potasse cristallisé, faire bouillir, décan-

ter, laisser refroidir et recueillir le sulfate de zircone sexbasique qui se dépose. De plus, comme il reste encore un peu de zircone dans la dissolution, on sature celle-ci avec du carbonate de potasse, on y ajoute encore du sulfate de potasse à chaud et on laisse refroidir; on fond le sel zirconieux qui se dépose avec deux fois son poids de soude, on lave, on dissout le résidu dans l'acide muriatique, etc.

Le chlorure de zirconium, préparé par la méthode de Wöhler, contient 0,6150 de chlore ($Zr\,Cl^3$); le poids atomique du zirconium est donc 831,30; il s'ensuit encore que la zircone ($Zr\,O^3$) contient 0,2652 d'oxygène et que le poids de son atome est 1140,40.

Le chlorure basique ($2Zr\,O^3 + 3ClH$) contient :

Zircone.	0,62456
Acide muriatique. .	0,37544

L'hydrate de zircone précipité par l'ammoniaque est blanc, translucide à l'état humide; après dessiccation il est jaunâtre, vitreux et rude au toucher; desséché par l'acide sulfurique, il contient 0,2283 d'eau, ou 3 at.

La zircone à l'état naissant a beaucoup d'affinité pour les matières organiques. Elle se combine aussi avec les alcalis, ainsi qu'avec beaucoup d'oxydes métalliques, les oxydes de cuivre, d'argent, etc.

La zircone potassifère contient 0,0341 de potasse. Elle se distingue de la potasse pure en ce qu'elle est plus blanche, plus mate, et en ce qu'elle ne présente pas de phénomène lumineux par la calcination.

La zircone pure ainsi que la zircone potassifère

est, après calcination, insoluble dans les acides faibles; mais l'une et l'autre se dissolvent lorsqu'après les avoir traitées par de l'acide sulfurique étendu de son poids d'eau, on chasse l'excès d'acide par évaporation et on reprend par l'eau.

Lorsque l'on ajoute peu à peu à une dissolution neutre de zircone un sous-carbonate alcalin, il se dégage de l'acide carbonique, il se forme un sous-sel basique soluble, il se produit ensuite un précipité et enfin celui-ci se redissout dans un excès du carbonate alcalin. Le carbonate de zircone sexbasique, que les carbonates alcalins sans excès précipitent, lavé à l'eau froide et desséché à 15° par l'acide sulfurique, est composé de

Zircone.	0,7060	— $2ZrO^2$
Acide carbonique. . .	0,0851	— CO^2
Eau.	0,2089	— $6HO$
	1,0000	

Il commence à perdre de l'acide carbonique à la température de l'eau bouillante.

Lorsque la zircone renferme quelques centièmes d'alumine, d'acide titanique, etc., elle ne se dissout qu'en petites quantités dans un excès de carbonate alcalin.

Le phosphate de zircone obtenu par le phosphate d'ammoniaque est gélatineux, transparent, et il contient 0,5422 d'acide phosphorique.

On obtient le sulfate sexbasique par double décomposition, en traitant une solution concentrée d'un sel zirconien par une solution concentrée et bouillante de sulfate de potasse. Le sel se sépare par refroidissement sous forme d'un précipité blanc floconneux. Il est insoluble dans un excès de sulfate de potasse, mais il se dissout en quantité notable dans l'eau pure. Il contient

Zircone.	0,8199	— $6ZrO^3$
Acide sulfurique. .	0,1801	— $3SO^3$
	1,0000	

La formation de ce sel repose sur la faculté que possède le sulfate de potasse de produire un sel acide et sur la faculté que possèdent les sels de zircone de produire des sels basiques.

Le sulfite d'ammoniaque se comporte comme le carbonate avec les sels de zircone : il se précipite d'abord du sulfite basique qui se redissout, et si on fait ensuite bouillir la liqueur, il se précipite de la zircone pure. Les alcalis caustiques ne précipitent pas la zircone de sa solution dans les sulfites.

Si l'on soumet à l'action d'une chaleur modérée l'oxychlorure de zirconium cristallisé, il se dégage de l'eau et de l'acide chlorhydrique et l'on obtient un nouveau sel dont la composition est représentée par la formule $Zr\,Cl^3 + 2Zr\,O^3$.

---

44. *De l'action de l'*ACIDE SULFUREUX *sur les* OXYDES MÉTALLIQUES ; par M. Vogel père. (J. de Pharm., t. IV, p. 182.)

Il résulte de mes expériences :

1° Que l'oxyde rouge de mercure passe d'abord au protoxyde combiné d'acides sulfureux et sulfurique, et qu'il est ensuite complétement réduit à l'état métallique par l'acide sulfureux ;

2° Que le deuto-nitrate de mercure est réduit lentement par l'acide sulfureux, mais que la réduction devient parfaite à l'aide de la chaleur. De même, et plus promptement, est réduit le proto-nitrate de mercure ;

3° Que le sublimé corrosif n'est réduit, dans les mêmes circonstances, par l'acide sulfureux, que jusqu'à l'état de calomel, et que la dissolution de sublimé, mêlée d'une quantité suffisante d'acide sulfureux, n'est plus précipitée par l'addition des alcalis caustiques ajoutés en excès; le mercure reste en dissolution dans la liqueur alcaline;

4° Que le calomel n'est pas réduit à l'état métallique par l'acide sulfureux, mais seulement à un sous-chlorure de mercure; que le deutosulfalte jaune de mercure (*turbith minéral*) est plutôt entièrement réduit par l'acide sulfureux;

5° Que l'oxyde d'argent ne se réduit pas complétement par l'acide sulfureux, ce qui doit être dit aussi du nitrate d'argent;

6° Que les oxydes de zinc, d'antimoine et d'urane, ne subissent pas la moindre réduction par l'acide sulfureux;

7° Que l'oxyde noir de cuivre calciné, laissé en contact avec l'acide sulfureux, repasse à l'état de protoxyde brun, et que le deuto-acétate de cuivre devient proto-acétate à l'aide de la chaleur; la plus grande partie du cuivre s'en dépose à l'état de protoxyde brun;

8° Que l'oxyde rouge de fer calciné ne cède rien de son oxygène à l'acide sulfureux, que le deuto-acétate de fer passe à l'état de proto-acétate de fer;

9° Que les oxydes de zinc, d'antimoine et d'urane, ne subissent aucune espèce de réduction par l'acide sulfureux;

10° Que l'acide molybdique ne se réduit pas par l'acide sulfureux, mais que le molybdate de potasse est réduit à un état inférieur d'oxydation à la combinaison bleue, à l'acide molybdeux.

---

45. *Note sur le* SULFATE CHROMIQUE; par M. E. Kopp (Comptes rendus, t. XVIII, p. 1156).

On prépare le sulfate chromique insoluble $3SO^3Chr^2O^3$ en chauffant de l'acide sulfurique concentré jusqu'à une température voisine de l'ébullition, et y projetant par petites portions du bichromate potassique pulvérisé. Il se dégage abondamment de l'oxygène, et il se précipite une poudre violette. En étendant d'eau, on ne dissout que du bisulfate potassique. Le précipité se lave facilement par décantation.

Le sulfate chromique ainsi préparé est une poudre verte qui devient d'un rose violacé par la chaleur et reprend sa couleur par le refroidissement. L'eau mise en contact avec lui ne le dissout pas du tout et ne trouble pas les sels de baryte. Cette propriété permet de séparer le chrome d'une foule d'autres oxydes. Il suffit d'ajouter à la solution un excès d'acide sulfurique concentré et de chauffer à l'ébullition. Tout le chrome se sépare à l'état de sulfate chromique insoluble qu'on sépare par des lavages. On peut ensuite oxyder le sulfate chromique très-aisément par le nitre.

Le sulfate chromique, traité par l'hydrogène, laisse pour résidu un corps pulvérulent brun noirâtre qui constitue un pyrophore des plus énergiques, et se change, par cette combustion, en acide sulfureux et en oxyde de chrome. Ce composé a pour formule Cr^4S^3. Cependant si la température a été très-élevée pendant la réduction par l'hydrogène, le corps obtenu paraît se rapprocher de la formule Cr^2S.

46. *Action du* CHLORE *sur le* CHROMATE DE POTASSE; par M. Fremy (J. de Pharm., t. V, p. 105.)

Lorsqu'on place du chromate neutre de potasse dans un tube de porcelaine qui est porté à une température rouge et que l'on fait passer sur le sel un courant de chlore sec, le chlore est entièrement absorbé et le chromate se trouve décomposé en chlorure de potassium et en oxyde de chrome.

L'oxyde de chrome, qui se produit dans cette circonstance, est toujours cristallisé en larges lames brillantes, et il est vert quand la température n'a été portée qu'au rouge très-brun, et brun et très-dur lorsque la température a été élevée jusqu'au rouge vif.

Lorsque l'on ajoute du charbon au chromate, on obtient, par l'action du chlore, du chlorure anhydre qui se volatilise, et il reste dans le tube un sel rose cristallisé qui est un chlorure double de chrome et de potassium. L'eau décompose ce sel immédiatement.

---

47. *Recherches sur l'*URANIUM (2e mémoire); par M. Péligot. (Comptes rendus, t. XVIII, p. 682.)

Pour confirmer les vues que j'ai présentées dans mon premier travail sur le rôle de radical que joue le protoxyde d'uranium (l'urane ancien), j'ai préparé quelques nouveaux sels uraniques. En traitant le sulfate d'uranyle, $SO^3\ U^2\ O^3\ 3\ HO$, par le sulfométhylate de baryte, on obtient par cristallisation un sel déliquescent dont la formule est $2\ SO^3.\ (U^2\ O^2)\ O.\ C^2\ H^3\ O.\ HO$.

Comme on ne connaît pas de sulfométhylates

basiques, on doit conclure de là que $U^2 O^2$ joue le rôle d'un radical en se combinant avec l'oxygène.

Le tartrate uranique, préparé directement, a la formule suivante : $C^8 H^6 O^{12}. 2(U^2 O^2)O. 6HO.$

Il perd les 6 éq. d'eau à 120°.

Émétique uranique. En traitant le nitrate uranique par une dissolution d'émétique, on obtient des cristaux dont la formule est :

$$C^8 H^2 O^8. (U^2 O^2) O. Sb^2 O^3. 4HO + 7HO.$$

Dans le vide sec, ce sel perd 7 éq. d'eau. A 200° il en perd encore 4 et devient :

$$C^8 H^2 O^6. (U^2 O^2) O. Sb^2 O^3.$$

L'acide tartrique se trouve ici dans le même état que dans l'émétique ordinaire desséché à 200°. Un équivalent d'oxyde uranique $(U^2 O^2) O$ remplace la potasse de l'émétique ordinaire.

On peut étendre les vues que je présente sur la constitution des sels uraniques à d'autres bases, notamment aux oxydes d'antimoine et de bismuth.

---

48. *Recherches sur* L'URANE *et sur quelques sels doubles formés par ce métal*; par M. J. Wertheim. (Ann. de ch., t. XI, p. 49.)

J'ai déterminé le poids atomique de l'urane par l'analyse de l'acétate double d'urane et de soude. Le nombre que j'ai trouvé est 746,36, qui se trouve intermédiaire entre le nombre 750, admis par M. Péligot, et celui qui résulte des expériences faites par M. Ebelmen sur l'oxalate d'urane, qui est 742,875.

Pour préparer l'acétate d'urane avec la pechblende, j'ai fait agir sur ce minéral pulvérisé de l'acide nitrique étendu. La solution, séparée du soufre et des silicates inattaqués, a été traitée par l'hydrogène sulfuré, qui en a précipité du plomb, du cuivre et de l'arsenic. La liqueur filtrée a été évaporée à sec. En la reprenant par l'eau, on laisse le fer, le cobalt et le manganèse à l'état de peroxydes, et on ne dissout que le nitrate d'urane que l'on purifie par des cristallisations.

En calcinant le nitrate d'urane jusqu'à commencement de réduction, on le transforme en peroxyde rouge jaunâtre qui, traité par l'acide acétique, donne facilement des cristaux d'acétate d'urane.

Pour obtenir des acétates doubles, on ajoutait à la solution d'acétate simple des carbonates solubles jusqu'à commencement de précipitation d'uranate de la base employée. Le précipité étant redissous dans un petit excès d'acide acétique, donne par refroidissement des sels doubles bien cristallisés. Ou bien on faisait bouillir le nitrate avec les carbonates, et on redissolvait le précipité dans l'acide acétique, puis on faisait cristalliser.

Acétate d'urane. Ce sel ne cristallise bien que dans des solutions très-acides. Ses cristaux sont des prismes rhomboïdaux obliques. L'eau bouillante le décompose avec dépôt d'hydrate de peroxyde, qui se redissout par refroidissement. Sa formule est la suivante $\ddot{\ddot{U}}\,\bar{A} + 2\,\dot{H}$.

En le faisant cristalliser au-dessous de 10°, on obtient un autre sel, dont la forme dérive d'un octaèdre à base carrée. Il renferme 1 éq. d'eau de plus que le précédent.

Voici la composition des acétates doubles que j'ai analysés :

Acétate double d'urane et de potasse.			$\dot{K}\bar{A}+2\dddot{U}\bar{A}+2\dot{H}$
—	—	de soude. . . .	$\dot{N}a\bar{A}+2\dddot{U}\bar{A}$
—	—	d'ammoniaque.	$Az^2\dot{H}^8\bar{A}+2\dddot{U}\bar{A}+6\dot{H}$
—	—	de baryte. . . .	$\dot{B}a\bar{A}+2\dddot{U}\bar{A}+6\dot{H}$
—	—	de magnésie. .	$\dot{M}g\bar{A}+2\dddot{U}\bar{A}+8\dot{H}$
—	—	de zinc. . . .	$\dot{Z}n\bar{A}+2\dddot{U}\bar{A}+3\dot{H}$
—	—	d'argent. . . .	$\dot{A}g\bar{A}+2\dddot{U}\bar{A}+2\dot{H}$
—	—	de plomb. . . .	$\dot{P}b\bar{A}+\dddot{U}\bar{A}+6\dot{H}$

J'ai examiné aussi la composition des uranates de potasse, de baryte et de plomb, et j'ai trouvé que l'oxygène de l'oxyde uranique était six fois plus fort que celui de la base, en sorte que la formule de tous ces composés se représente par $2\dddot{U}+RO$.

---

49. *Recherches sur le* CÉRIUM; par M. Hermann. (Journ. f. prakt. Chemie, t. XXX, p. 184; Rev. scient., t. XVI, p. 210.)

On sait qu'on ne réussit que d'une manière imparfaite à séparer l'oxyde de cérium d'avec celui de lanthane à l'aide de l'acide nitrique étendu. On obtient dans ce cas un oxyde de cérium qui renferme encore beaucoup d'oxyde de lanthane, et ce dernier oxyde, mélangé d'oxyde de cérium et de beaucoup d'autres bases.

Je vais décrire dans ce mémoire un procédé au moyen duquel on parvient très-bien à préparer

l'oxyde cérique à l'état de pureté, si l'on ne craint pas d'éprouver une légère perte de matière. Ce procédé, il est vrai, est un peu circonstancié lorsqu'il s'agit de séparer quantitativement le cérium d'avec le lanthane, de sorte qu'il resterait encore à trouver une méthode plus simple pour en effectuer la séparation.

Purification de l'oxyde cérique. Pour préparer l'oxyde cérique à l'état de pureté, on dissout de la cérite bien pulvérisée dans de l'acide hydrochlorique bouillant, et l'on sépare par les procédés connus la silice contenue dans le minéral. On neutralise par de l'ammoniaque la solution hydrochlorique, et l'on précipite l'oxyde ferrique par du succinate d'ammoniaque. On mélange le liquide filtré avec un excès d'ammoniaque caustique qui occasionne un précipité très-volumineux renfermant les oxydes céreux et lanthanique, mélangés de chaux, de magnésie, d'alumine et d'oxyde manganique.

On dissout ce précipité dans l'acide nitrique, et après avoir évaporé la dissolution à siccité, on calcine le résidu.

Les oxydes restants sont alors mis en digestion, après avoir été réduits en poudre fine, avec de l'acide nitrique fort étendu (2 p. d'acide concentré pour 100 p. d'eau). L'acide dissout la plus grande partie de l'oxyde lanthanique et des autres bases, en laissant intacte la plus grande partie de l'oxyde cérique, mélangé avec les oxydes de lanthane et de manganèse. Cet oxyde cérique impur est dissous dans de l'acide sulfurique mélangé de son poids d'eau; on étend la dissolution de 50 p. d'eau et on la porte à l'ébullition. La liqueur se trouble alors en déposant un précipité d'un jaune

de soufre. Ce précipité se compose de sous-sulfate cérique ($3\,Ce^2O^3 + 4\,SO^3 + 9\,H^2O$) entièrement pur.

Tout l'oxyde lanthanique reste en dissolution dans le liquide, mais il renferme encore beaucoup d'oxyde cérique. Pour en extraire aussi ce dernier, on ajoute de la soude caustique au liquide, on dissout le nouveau précipité dans l'acide nitrique, on calcine le sel, et l'on en extrait l'oxyde lanthanique avec de l'acide nitrique dilué; puis on dissout l'oxyde cérique dans l'acide sulfurique, et, après avoir étendu la liqueur, on la fait bouillir. Il se forme alors un nouveau précipité de sous-sulfate cérique, qui est aussi pur que celui qui a été obtenu précédemment.

Si l'on examine les oxydes qui sont encore contenues dans la liqueur bouillie pour la seconde fois, on trouve qu'ils se composent en grande partie d'oxyde lanthanique, renfermant beaucoup de manganèse, mais très-peu de cérium. Pour ne pas perdre ce dernier, on précipite la liqueur par de la soude caustique, on dissout le précipité dans l'acide nitrique, et l'on ajoute ce liquide aux solutions impures de nitrate lanthanique obtenues dans les opérations précédentes. A l'occasion de mes recherches sur le lanthane, j'indiquerai comment il faut opérer pour séparer du lanthane ces dernières traces du cérium.

Poids atomique du cérium. Les indications des chimistes sur le poids atomique du cérium, exempt de lanthane, sont loin de s'accorder entre elles.

En effet,	M. Otto l'exprime par	578,8
	M. Beringer, par	577,0
	M. Rammelsberg, par	574,7

Je l'ai déterminé moi-même à l'aide du sulfate de la manière suivante :

23,523 p. de sulfate céreux anhydre ont donné 29,160 p. de sulfate barytique calciné.

On en tire, pour le poids atomique de l'oxyde céreux, le nombre 675 ; et si l'on admet que cet oxyde renferme 1 atome d'oxygène, cela donne le nombre 575 pour le poids atomique du cérium.

Oxyde céreux. Si l'on mélange une dissolution de sulfate céreux avec un excès de soude caustique, il se produit un précipité d'oxyde céreux hydraté. Ce précipité, mis à l'abri du contact de l'air, est incolore, diaphane, mucilagineux et semblable à l'hydrate d'alumine. Au contact de l'air, il se convertit en oxyde cérique hydraté, en prenant une teinte brun clair. Si on abandonne l'oxyde céreux hydraté longtemps au contact de l'air, le précipité acquiert une teinte jaune, et cela surtout en présence d'un excès d'alcali. Plusieurs chimistes semblent admettre que cette coloration est propre à l'oxyde cérique, mais cela n'est point, car elle s'établit en même temps qu'une absorption d'acide carbonique, et appartient au carbonate cérique. L'oxyde cérique hydraté, à l'état de pureté, possède une teinte brunâtre très-claire, qui devient plus foncée par la dessiccation de l'oxyde.

Lorsqu'on expérimente avec des sels de cérium impurs, il arrive fréquemment que les alcalis y occasionnent des précipités qui se colorent à l'air rapidement en brun foncé. Cette coloration ne provient pas de l'oxyde de didyme, mais de celui de manganèse. L'oxyde manganique accompagne toujours le cérium et le lanthane, et se trouve

tellement masqué par ceux-ci, qu'on ne sauroit le reconnaître au chalumeau par la coloration améthyste foncé qu'il communique ordinairement au verre de borax; mais on le découvre aisément en le faisant fondre avec de la soude caustique, à laquelle il communique alors une coloration verte.

Sulfate céreux. CeO SO^3. On l'obtient en calcinant légèrement le sur-sulfate cérique cristallisé. Ce sel se boursoufle, perd de l'eau, de l'acide sulfurique, de l'oxygène, et se change en une masse blanche et poreuse de sulfate céreux. Si on le chauffait trop fort, le sulfate céreux se décomposerait lui-même en sous-sulfate.

Le sulfate céreux neutre se dissout dans l'eau froide mieux que dans l'eau bouillante. On l'obtient cristallisé en dissolvant le sel anhydre dans peu d'eau froide, et chauffant lentement la dissolution. Ces cristaux paraissent dans le liquide transparents et incolores, mais ils se ternissent promptement à l'air. Ils renferment 16,5 p. o/o d'eau ou 2 éq.

Combinaisons de sulfate céreux et de sulfate potassique. On peut préparer plusieurs sels doubles en poudre cristalline, en faisant varier les proportions de sulfate céreux et de sulfate potassique que l'on met en présence. Le sel double qu'on obtient en mettant des cristaux de sulfate potassique en grand excès dans du sulfate céreux contient un équivalent de chacun de ces deux sels.

Oxyde cérique. On obtient cet oxyde en calcinant le sous-sulfate cérique avec le double de son poids de carbonate de soude, et lavant le produit. L'oxyde est de couleur isabelle; il ne se dissout pas dans les acides faibles, et n'est même que

fort peu attaqué par l'acide sulfurique, à moins qu'il ne contienne de l'oxyde de lanthane.

L'oxyde cérique contient 79,3 de cérium et 20,7 d'oxygène. Sa formule est $Ce^2 O^3$.

Sur-sulfate cérique. On l'obtient en dissolvant du sous-sulfate cérique dans de l'acide sulfurique. La liqueur jaune qui en résulte donne par cristallisation de beaux prismes hexagones, dont la composition est représentée par la formule $Ce^2 O^3 3 SO^3 + 9 H^2 O$. Ce sel se décompose par l'eau en acide sulfurique; qui retient une partie du sel non décomposé, et en sous-sulfate cérique $3 Ce^2 O^3 4 SO^3 + 9 H^2 O$.

On obtient le sous-sulfate cérique en traitant par l'acide sulfurique l'oxyde provenant de la calcination du nitrate, que j'appelle *oxyde per-céreux*, étendant la liqueur d'eau et faisant bouillir; le sous-sulfate cérique se précipite.

Le sulfate cérique, mêlé avec une solution de sulfate potassique, donne un produit particulier jaune citron, dont la formule est $Ce^2 O^3 + 3 SO^3 + 2 KO SO^3$, et qui se change par la calcination en sulfate céroso-potassique $CeO,SO^3 + KO,SO^3$.

Oxydes per-céreux et *per-cérique.* Le produit de la calcination du nitrate cérique est un oxyde, qui a pour formule $Ce^3 O^5$, et que je considère comme formé d'oxyde cérique $Ce^2 O^3$ et d'oxyde per-cérique $Ce O^2$; mais je n'ai obtenu ni l'un ni l'autre de ces deux oxydes à l'état isolé.

50. *Recherches sur le* LANTHANE; par M. R. Hermann. (Journ. f. prakt. Chemie, t. XXX, p. 197).

Séparation et purification du lanthane. On dissout la cérite dans l'acide hydrochlorique, et l'on sépare la silice par le procédé connu. On sature par de l'ammoniaque la solution hydrochlorique séparée de la silice, et l'on précipite l'oxyde de fer par le succinate d'ammoniaque, puis on ajoute un excès d'ammoniaque au liquide séparé à l'aide du filtre de ce dernier précipité. Il se forme alors un précipité qui renferme tout le lanthane et tout le cérium contenus dans le minéral.

Après avoir bien lavé ce précipité, on le dissout dans l'acide hydrochlorique, on évapore la solution à siccité et l'on calcine les nitrates produits. Il reste un mélange d'oxyde de cérium et de lanthane, avec plusieurs autres oxydes. Lorsqu'on met ce mélange en dissolution avec de l'acide nitrique étendu, il s'y dissout de l'oxyde lanthanique, de la chaux, de la magnésie, l'alumine et l'oxyde manganique, ainsi qu'une partie de l'oxyde cérique, tandis que la plus grande partie de ce dernier oxyde reste en combinaison avec une quantité assez notable d'oxyde lanthanique.

Dans mes recherches sur le cérium, j'ai communiqué une méthode d'après laquelle on parvient à séparer complétement de l'oxyde lanthanique l'oxyde cérique, resté insoluble dans l'acide nitrique étendu; je me bornerai ici à indiquer comment on purifie des bases étrangères l'oxyde lanthanique dissous dans l'acide nitrique.

A cet effet, on sature par de l'ammoniaque cette solution nitrique, sans y occasionner toute-

fois de précipité persistant; ensuite on ajoute au liquide de l'acide phosphorique, et l'on fait chauffer. Il se forme alors un précipité blanc et pulvérulent de phosphate lanthanique; le liquide acide retient en dissolution de l'alumine, de la chaux, de la magnésie et de l'oxyde manganique en combinaison avec l'acide phosphorique, que l'on peut séparer par l'ammoniaque à l'état de phosphate.

Le phosphate lanthanique ainsi obtenu est exempt de mélange terreux, mais il renferme encore de l'oxyde cérique. Pour l'en purifier, on mélange le phosphate lanthanique sec avec deux fois son poids de carbonate de soude, et on le calcine. La masse calcinée, mise en digestion avec de l'eau, laisse à l'état insoluble de l'oxyde lanthanique renfermant encore du cérium. On le dissout dans de l'acide nitrique étendu de cent fois son volume d'eau, de manière que l'oxyde cérique reste à l'état insoluble.

La liqueur ayant été filtrée, on l'évapore à siccité, on calcine le nitrate, on dissout de nouveau l'oxyde dans l'acide nitrique dilué, et l'on répète ces opérations tant que l'oxyde lanthanique laisse encore en se dissolvant de l'oxyde cérique.

On obtient enfin un produit où les réactifs ne décèlent plus la moindre trace d'oxyde cérique. On dissout ce produit dans l'acide sulfurique, et on le fait cristalliser; il se forme ainsi des prismes groupés en rayons d'un rose clair, et qui sont du sulfate lanthanique pur. Dans mes recherches sur la cérite, je n'ai pu découvrir aucune trace de didyme.

Poids atomique du lanthane. Le poids atomique du lanthane a été déterminé par M. Ram-

melsberg à 451,8, et par M. Schubin à 454,8. Ces nombres sont trop faibles et indiquent que ces chimistes ont opéré avec des sels de lanthane impurs.

240,22 p. de sulfate lanthanique sec ont donné 219,61 p. de sulfate de baryte calciné. D'après cela, le poids atomique de l'oxyde lanthanique est de 700; et si l'on admet que cet oxyde renferme 1 atome d'oxygène, cela fait pour le lanthane 600.

Oxyde lanthanique. Le lanthane ne paraît se combiner avec l'oxygène qu'en une seule proportion. L'oxyde lanthanique se dissout dans l'acide hydrochlorique sans en dégager de chlore, et donne un sel dont le chlore correspond à l'oxygène renfermé dans l'oxyde qu'on obtient par la calcination du nitrate, du carbonate et de l'oxalate.

Le chlorure lanthanique se composait en 100 parties de :

Lanthane. . .	57,45
Chlore.	42,55
	100,00

Si l'on remplace le chlore par son équivalent d'oxygène, on obtient pour la composition de l'oxyde :

Lanthane. . .	57,450
Oxygène. . . .	9,612
	67,062

et pour 100 parties d'oxyde :

Lanthane. . .	85,667
Oxygène. . . .	14,333
	100,000

L'oxyde se composerait donc de :

Ln	600	85,714
O	100	14,186
LnO =	700	100,000

L'oxyde lanthanique, tel qu'on l'obtient par la calcination du nitrate, forme une masse spongieuse d'un éclat soyeux et d'un blanc sale; broyé, il prend la couleur propre au liége.

Voici comment il se comporte au chalumeau :

On ne peut pas le fondre avec la soude. Celle-ci rentre dans le charbon, en laissant l'oxyde à l'état d'une masse d'un blanc sale.

Le borax le dissout en grande quantité.

La perle est entièrement incolore, pendant qu'elle est chaude et après le refroidissement. Seulement, lorsque le verre a été saturé d'oxyde lanthanique, la perle présente après le refroidissement une teinte d'un rose clair, qui se remarque surtout si l'on examine la perle sur un fond blanc. Si la perle devient jaunâtre quand on la chauffe, cela dénote la présence d'un peu de cérium dans l'oxyde lanthanique; alors elle peut aussi être rendue opaque quand on y dirige le dard de la flamme.

Avec le sel de phosphore, l'oxyde lanthanique se comporte comme avec le borax.

Les acides minéraux, surtout les acides sulfurique, hydrochlorique et nitrique, dissolvent aisément l'oxyde lanthanique en produisant des sels roses.

Voici les réactions que les solutions de l'oxyde lanthanique présentent avec les réactifs : l'acide phosphorique et l'acide oxalique, ainsi que leurs

sels, occasionnent des précipités blancs fort peu solubles dans un excès d'acide.

Le fluorure de sodium donne un précipité blanc et floconneux de fluorure lanthanique.

Le sulfate de potasse donne un sel double blanc pulvérulent et un peu soluble.

L'ammoniaque caustique donne des précipités blancs mucilagineux et diaphanes de sels de lanthane basiques.

Les alcalis caustiques fixes occasionnent un précipité rougeâtre d'oxyde lanthanique hydraté. Ce précipité est insoluble dans un excès d'alcali caustique; il attire vivement l'acide carbonique de l'air en devenant blanc.

Si l'hydrate d'oxyde lanthanique jaunit à l'air, cela dénote la présence de l'oxyde de cérium, qui acquiert cette teinte en se transformant en carbonate; si le précipité devient brun, cela provient d'un mélange de manganèse ou de suroxyde cérique.

Les carbonates alcalins donnent un précipité blanc, insoluble dans un excès de réactif.

Les sulfhydrates alcalins se comportent comme les alcalis caustiques. Ils donnent des précipités d'oxyde de lanthane.

L'hydrogène sulfuré n'occasionne aucun changement.

La teinture de noix de galle se comporte de même.

Le cyanoferrure de potassium jaune donne un précipité blanc.

L'oxyde lanthanique présente une affinité si forte pour plusieurs terres et oxydes métalliques qu'on ne parvient que difficilement à l'en séparer. Ce cas se présente surtout pour la chaux, la magné-

sie, l'oxyde de manganèse et l'oxyde de cérium. Ainsi, par exemple, quand on précipite l'oxyde lanthanique d'un liquide renfermant de la chaux, il entraîne une certaine quantité de celle-ci. Il se combine de la même manière avec la magnésie et l'oxyde manganique, sans qu'on puisse empêcher ces mélanges par une addition du sel ammoniac.

De même, on ne peut pas séparer ces bases des sels lanthaniques en combinant l'oxyde avec des acides et faisant cristalliser, car elles forment aisément des sels doubles. On obtient un semblable sel double fort remarquable, si l'on dissout dans l'acide sulfurique l'oxyde lanthanique impur, préparé d'après la méthode de M. Mosander, et qu'on abandonne le liquide à l'évaporation sur de l'acide sulfurique, à une température basse. Il se produit ainsi un sel rosé, octaédrique, dont la composition ressemble à celle des aluns, et qui se compose principalement de sulfate lanthanique et de sulfate cérique, mais dans lequel d'ailleurs une partie de l'oxyde de cérium est remplacée par de l'oxyde de manganèse, et une partie de l'oxyde de lanthane par de la chaux ou de la magnésie. A côté de ce sel, en cristaux grenus, on en trouve ordinairement un autre, groupé en rayons prismatiques et d'un rose clair; ce dernier est du sulfate lanthanique pur.

Les réactions et la manière d'être des combinaisons lanthaniques conduisent à faire admettre que l'oxyde du lanthane se trouve placé sur la limite entre les terres et les oxydes métalliques. Il se rapproche surtout de l'yttria; du moins il se trouve placé entre celle-ci et l'oxyde céreux.

Oxyde lanthanique hydraté. On l'obtient en

précipitant les sels lanthaniques par des alcalis caustiques fixes. C'est un précipité rougeâtre, mucilagineux et diaphane, qui devient plus foncé par la dessiccation. Il attire rapidement l'acide carbonique de l'air en devenant blanc. Cet hydrate paraît renfermer :

$$LnO + 2H^2O.$$

Toutefois il n'est guère possible de déterminer ce rapport d'une manière exacte, à cause de la rapidité avec laquelle le corps se carbonate.

Carbonate lanthanique. L'oxyde lanthanique paraît pouvoir se combiner en plusieurs proportions avec l'acide carbonique. J'ai observé des combinaisons dans lesquelles il y avait, entre les équivalents d'oxyde et d'acide carbonique, les rapports de 4 : 5, de 1 : 1 et 3 : 1.

Le sel à 4/5 s'obtient par le mélange d'un sel de lanthane et de sesquicarbonate d'ammoniaque. Il se forme un précipité floconneux qui devient cristallin au bout d'un certain temps, et se dessèche à l'air, à une basse température, en une poudre pailletée, d'un éclat soyeux. Sa formule est $4\,LnO\,5CO^2$.

Le sel cristallin renferme de l'eau, tantôt 4, tantôt 5 éq.

Le sel 1/1 s'obtient lorsqu'on précipite les sels lanthaniques par du carbonate neutre de soude. C'est un précipité floconneux qui, desséché, ressemble à la craie.

Le carbonate $CO^2\,3\,LnO + 3\,H^2O$ se rencontre tout formé dans le minéral que l'on avait pris autrefois pour du carbonate céreux, et qui, d'après M. Mosander, se compose en grande partie de carbonate lanthanique, ne renfermant que des traces d'oxyde cérique. Cette même combinaison

se trouve aussi, ainsi que je le démontrerai plus tard, dans la cérite en combinaison avec du silicate céreux 3/1.

Phosphate lanthanique. On l'obtient en précipitant les sels lanthaniques par l'acide phosphorique. Le précipité forme une poudre blanche, fort peu soluble dans l'acide phosphorique, et dont la formule est $Ph^2 O^5 3 Ln O$.

Sulfate lanthanique. L'oxyde lanthanique se dissout aisément dans l'acide sulfurique. Après évaporation, on obtient des prismes aiguillés d'un rose clair. A une chaleur rouge faible, le sel perd de l'eau sans fondre et devient opaque. Chauffé plus fortement, il se change en un sel tribasique.

Le sulfate lanthanique cristallisé, $Ln O SO^3 3 H^2O$, exige 25 p. d'eau pour sa dissolution. Le sulfate anhydre paraît se dissoudre plus aisément dans l'eau froide que le sel cristallisé.

Une dissolution de sulfate lanthanique, mêlée avec une solution concentrée de sulfate potassique, donne un précipité blanc et cristallin d'un sel double, qui se rapproche de la formule $Ln O SO^3 + KO SO^3$.

Chlorure lanthanique. L'oxyde lanthanique se dissout aisément dans l'acide hydrochlorique. La liqueur évaporée sur de l'acide sulfurique donne des cristaux roses, déliquescents à l'air et solubles dans l'alcool, mais sans colorer la flamme de ce corps. Le sel cristallisé a pour formule $Ln Cl^2 + 4 H^2O$.

Lorsqu'on le chauffe, il perd de l'eau et de l'acide hydrochlorique, et laisse un oxychlorure.

Nitrate lanthanique. On le prépare directement; il est déliquescent, très-soluble dans l'al-

cool, et cristallise difficilement. Le sel est neutre et ne renferme pas d'eau de cristallisation.

Oxalate lanthanique. On l'obtient en précipitant les sels de lanthane par l'oxalate d'ammoniaque. C'est une poudre blanche. Il est neutre et contient 3 éq. d'eau de cristallisation.

---

51. *Sur la composition de* L'ACIDE FERRIQUE; par M. Denham Smith. (Ann. de ch., t. X, p. 120.)

L'analyse du ferrate de potasse m'a conduit à admettre $Fe\ O^3$ pour la formule de l'acide ferrique. Le ferrate de baryte, qu'on prépare en précipitant le ferrate de potasse par une solution étendue d'un sel de baryte, se décompose par la chaleur et par les acides en oxygène et en peroxyde de fer, et l'analyse que j'en ai faite conduit de même à la formule $Fe\ O^3$ pour l'acide ferrique.

M. Frémy et M. H. Rose ont trouvé la même formule pour l'acide ferrique.

---

52. *Sur les* FERROCYANIDES; par M. Cobbet Campbell. (Ann. de Ch., t. VIII, p. 373.)

On sait que le prussiate jaune de potasse, chauffé seul dans un vase fermé, se décompose en cyanure de potassium, carbure de fer et azote. Au contact de l'aïr, il se forme au contraire du cyanate de potasse et du peroxyde de fer. L'absorption de l'oxygène est causée par la présence du cyanure de fer, car le cyanure de potassium, chauffé à l'air, ne se change pas en cyanate.

Cette réaction fournit un bon moyen de prépa-

rer le cyanate de potasse sans employer l'oxyde de manganèse. On chauffe le prussiate de potasse sec dans un vase de fer, puis en remuant constamment la masse fondue, on reprend celle-ci par l'alcool chaud, et l'on fait cristalliser le cyanate de potasse.

Le double sel de ferroprussiate de potasse et de chaux, exposé à la chaleur, brûle et donne des cyanates et de l'oxyde de fer. Si on dissout le résidu dans l'eau, la solution possède la propriété remarquable de devenir rouge au soleil et de redevenir incolore à l'obscurité. Je n'ai pas pu réussir à isoler la substance colorante.

53. *Sur le* NICKELAGE; par M. Bottiger. (*J. für chem.*, t. XXX, p. 257.)

Les cyanures proposés par M. de Ruolz ne donnent que de mauvais résultats. Mais on réussit très-bien en employant le sulfate de nickel ammoniacal. Les objets en cuivre plongés dans un bain préparé avec ce sel se recouvrent promptement d'une couche de nickel d'un bel éclat argentin.

54. *Sur l'*HYDRURE DE CUIVRE; par M. Ad. Wurtz. (Ann. de Chim., t. XI, p. 250.)

Ce composé s'obtient en faisant réagir l'acide hypophosphoreux sur les sels de cuivre, dans les circonstances suivantes. On fait dissoudre 1 p. d'hypophosphite de baryte dans l'eau, et l'on précipite complétement la baryte par l'acide sulfurique, puis on ajoute à la liqueur 0,8 partie de sulfate de cuivre en solution concentrée. On chauffe

le mélange au plus à 70°. La liqueur devient verte, puis il s'y forme un précipité jaune qui se fonce jusqu'à présenter la couleur du kermès. Il faut alors faire refroidir la liqueur, surtout si l'on aperçoit quelques bulles d'hydrogène, puis filtrer dans une atmosphère d'acide carbonique et laver ce dépôt avec de l'eau privée d'air. On le dessèche en comprimant le filtre entre des feuilles de papier joseph.

L'hydrure de cuivre est d'un brun foncé; à l'état sec il se décompose déjà à 55°. A 60° la décomposition est instantanée. Il perd également de l'hydrogène dans le vide. Exposé à l'air, il se convertit facilement en une poudre jaune d'hydrate d'oxyde cuivreux.

L'acide chlorhydrique le dissout avec un vif dégagement d'hydrogène et formation de chlorure cuivreux. Ce fait est remarquable, car l'acide chlorhydrique n'attaque le cuivre isolé que très-difficilement.

J'ai analysé ce corps en le chauffant et mesurant l'hydrogène dégagé. Les résultats de l'analyse conduiraient à la formule Cu^8H^3, mais je crois que la véritable formule doit être Cu^4H, qui donne :

Cuivre. . .	98,445
Hydrogène.	1,554
	100,000

---

55. *Sur le précipité de* SULFURE DE CUIVRE *obtenu au moyen de l'hydrogène sulfuré;* par M. Brunner. (Bibl. de Gen., t. L, p. 391.)

Lorsqu'on précipite un sel de cuivre par un courant d'hydrogène sulfuré, le précipité est le

sulfure Cu S ; mais il est toujours mélangé d'une certaine quantité de soufre libre. Si l'on chauffe ce précipité dans un tube de verre, au milieu d'un courant de gaz hydrogène et tant qu'il se dégage du soufre, il reste le sous-sulfure Cu_2 S, contenant 0,20268 de soufre, lequel peut par conséquent très-bien servir pour déterminer le cuivre aussi bien que le peut l'oxyde de ce métal.

---

56. *Recherches sur les* CARBONATES DE CUIVRE; par M. Favre. (Ann. de Ch., t. X, p. 116).

En dissolvant du carbonate de cuivre dans du sesquicarbonate d'ammoniaque, concentrant la liqueur et la saturant de carbonate d'ammoniaque, puis y ajoutant deux fois son volume d'alcool, on obtient de gros cristaux bleus sur les parois du vase. Ils contiennent :

Oxyde de cuivre. .	50,41
Ammoniaque. . . .	21,60
Acide carbonique. .	27,99
	100,00

Leur formule est $CuO.Co^2.H^3Az$. L'eau détruit cette combinaison et laisse du carbonate de cuivre $(CuO)^2 Co^2 + 2HO$. Ce dernier sel se sépare encore de l'eau mère qui a déposé les cristaux bleus sous forme d'une croûte cristalline d'un vert bleuâtre.

---

57. *Des combinaisons artificielles de l'*OXYDE DE CUIVRE *avec l'acide carbonique*; par M. Brunner. (Bibl. de Gen., t. L, p. 180.)

Lorsque l'on précipite une dissolution de sulfate de cuivre par un carbonate alcalin, à une tempé-

rature qui ne dépasse pas 10° cent., le précipité est bleu et ne s'altère pas par le lavage. Quand on chauffe ce précipité dans l'eau à une température qui n'atteint pas l'ébullition, il devient grenu et vert, mais je me suis assuré qu'il ne s'en dégage pas la plus petite trace d'acide carbonique. Enfin quand on maintient le dernier dans l'eau bouillante, il prend une couleur brune comme on sait, et il s'en dégage de l'acide carbonique, mais ce dégagement est tellement lent qu'au bout de cinq jours la matière en retient encore une quantité très-notable.

J'ai soumis ces trois composés à l'analyse, de la manière suivante : J'ai mis une certaine quantité de la matière exactement pesée dans un tube de verre semblable à ceux qui servent à faire les analyses organiques. Deux tampons d'amiante la contenaient de telle manière que le tube étant horizontal, la poudre occupait environ la moitié de sa longueur. Par l'une et l'autre extrémité, le tube communiquait avec d'autres tubes destinés à recueillir l'eau et qui étaient remplis de pierre ponce humectée d'acide sulfurique, et l'un de ces tubes était lui-même en relation, par une de ses extrémités, avec l'aspirateur. Après avoir établi le courant d'air par ce dernier, on a fait chauffer le sel de cuivre au moyen d'une lampe à alcool à double courant, en commençant par l'extrémité du tube tournée vers l'aspirateur, puis en continuant à chauffer par places jusqu'à l'autre extrémité du tube et revenant de là peu à peu en arrière jusqu'au point de départ, afin de chasser l'eau qui se dégageait vers le tube d'acide sulfurique tourné du côté de l'aspirateur; puis, à la fin de l'expérience, on déterminait cette eau par l'augmentation de poids de ce tube.

Après cela, on a mis soigneusement dans un creuset de platine l'oxyde de cuivre qui est resté; on l'a calciné et pesé et l'on a déterminé la proportion d'acide carbonique par différence.

Il résulte de mes expériences, que le carbonate de cuivre bleu contient 2 at. d'eau $\dot{C}u_2\,\ddot{C} + H_4\,O_2$; que le carbonate vert n'en contient que 1 at. $\dot{C}u_2\ddot{C} + H_2\,O$, et enfin que la matière brune pure est de l'oxyde anhydre, mais qu'elle retient opiniâtrément les dernières proportions d'acide carbonique et d'eau. Après 5 heures d'ébullition, elle contient encore 0,03 d'acide et 0,03 d'eau; après 5 jours, elle retient 0,0190 d'acide et 0,0125 d'eau.

---

58. *De l'action de l'*ACIDE SULFUREUX *sur les* SELS DE CUIVRE; par M. Vogel père. (J. de Phar., t. IV, p. 272.)

M. Berthier a dit, dans son mémoire intitulé : *Sur quelques séparations opérées au moyen de l'acide sulfureux ou des sulfites alcalins* (An. de Ch., t. VII, p. 80), que les sels de cuivre en dissolution n'éprouvaient aucune altération de la part de l'acide sulfureux ni à chaud ni à froid. J'ai reconnu au contraire que tous ces sels sont ramenés à l'état de protoxyde par l'acide sulfureux, mais que l'oxyde se dépose seulement dans le cas où l'oxyde de cuivre n'est pas uni à un acide énergique. Ainsi le sulfate de cuivre ne se trouble pas, par l'addition de l'acide sulfureux, mais après cette addition, il n'est plus précipité en bleu par la potasse, mais en jaune. L'acétate et le formiate au contraire donnent promptement un dépôt d'oxyde rouge.

---

59. *Moyen de séparer d'une manière absolue l'*ARSENIC *et l'*ANTIMOINE; par M. Behrens. (J. de Pharm., t. IV, p. 16.)

Je transforme l'arsenic et l'antimoine en sulfures, et j'ajoute au mélange encore humide un volume égal d'azotate neutre de plomb et à peu près autant d'eau. Je fais bouillir la masse dans une capsule en porcelaine, en remuant sans interruption et en renouvelant l'eau évaporée, jusqu'à ce que le tout ait acquis une couleur d'un brun foncé. Je filtre alors.

La liqueur ne contient que de l'acide arsénieux sans antimoine. Après en avoir précipité le plomb par le carbonate d'ammoniaque, je l'acidifie par de l'acide chlorhydrique et j'y fais passer un courant d'hydrogène sulfuré.

Quant au précipité brun, il retient de l'arsenic à l'état de sulfarséniate de plomb. Je le fais digérer à une douce chaleur avec de l'ammoniaque caustique, qui transforme le sulfarséniate du plomb en sulfure de plomb et en sulfure d'arsenic. Ce dernier reste dissous dans l'ammoniaque, et je le précipite dans cette dissolution au moyen de l'acide chlorhydrique.

---

60. *Sur les degrés d'oxydation du* BISMUTH; par M. Arppe. (Compte rendu de M. Berzélius, 1843, p. 68.)

On prépare le degré d'oxydation supérieur du bismuth en traitant l'oxyde bismuthique par du chlorite potassique. Ni M. Stromeyer avec l'acide nitrique faible, ni M. Jacquelin avec de l'eau seule, n'avaient pu obtenir les degrés d'oxyda-

tion supérieurs du bismuth à l'état pur, et qu'un acide plus puissant enlève à la fois la potasse avec de l'oxyde bismuthique et un chlorure bismuthique basique qui s'y trouvent à l'état de mélange. L'oxyde qui résulte de l'action de l'acide nitrique fort, après que la réaction est terminée, ne reste point brun, mais il devient brun jaunâtre ou brun verdâtre, ce qui prouve que l'acide fort n'est pas uniquement le véhicule des matières étrangères qui s'y trouvent mélangées, mais qu'il exerce aussi à son tour une influence sur l'oxyde purifié. Je n'ai cependant pas pu réussir à préparer à volonté ces oxydes brun jaunâtre et brun verdâtre qui résultent de la réaction de l'acide nitrique sur le corps brun qui se forme en premier lieu. Pour se procurer en plus grande quantité l'oxyde foncé, il faut verser une dissolution de nitrate bismuthique dans une dissolution très-concentrée de chlorite potassique. On distingue les oxydes suivants :

1° Le suboxyde bismuthique, découvert par M. Vogel. Je n'ai pas réussi à obtenir cet oxyde entièrement exempt d'étain et par conséquent je n'ai pas pu le soumettre à l'analyse. La composition $\dddot{Bi}$, qu'on lui attribue, n'inspire donc pas grande confiance, j'admets que l'oxyde bismuthique ordinaire est composé de $\dot{Bi}$ et que le poids atomique du bismuth est 886,9.)

2° Un oxyde brun clair qu'on obtient en versant du nitrate bismuthique dans une dissolution bouillante de chlorite potassique, qui renferme de l'alcali caustique libre. Il faut prolonger l'ébullition assez longtemps pour que l'alcali enlève tout le chlore qui y persiste opiniâtrément. Deux analyses de cet oxyde m'ont donné 88,1 p. o/o de

métal et 1/4 p. o/o d'eau; je représente la composition, d'après cela, par la formule $3\,\dot{\mathrm{Bi}} + \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{B}}\mathrm{i}}$, qui suppose 88,08 p. o/o de métal.

3° Un oxyde brun foncé, d'une couleur analogue à celle de l'hyperoxyde plombique, qui se forme quand on emploie dès le commencement un excès d'acide chloreux, et qu'on purifie ensuite en le faisant bouillir avec un alcali pour extraire le chlore qui y reste attaché. Cet oxyde jouit de la propriété singulière de produire, dans une dissolution de nitrate argentine, qui contient un excès d'acide nitrique, une coloration brun-foncé qui disparaît soit par une addition d'eau, soit par une élévation de température. Il paraîtrait que l'argent se combine dans cette réaction avec une plus forte proportion d'oxygène, car l'oxyde brun-foncé du bismuth, à l'état isolé, ne semble pas se dissoudre dans l'acide nitrique. Deux analyses de cet oxyde brun foncé m'ont donné 86,6 p. o/o de métal et 1/3 pour o/o d'eau; partant de là, on doit exprimer la composition par la formule $\dot{\mathrm{Bi}} + \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{\mathrm{B}}\mathrm{i}}$, qui suppose 86,9 p. o/o de métal.

4° Un oxyde brun verdâtre, qui devient vert quand on extrait avec de l'acide nitrique les matières étrangères qu'il entraîne dans sa préparation. On l'obtient en traitant l'acide bismuthique, à chaud, par du chlorite alcalin. La potasse caustique donne une couleur brune à cet oxyde vert; l'acide nitrique le dissout, bien que lentement, et donne une dissolution rouge. Il se dissout dans l'acide chlorhydrique, sans dégagement de chlore; la dissolution produit un précipité jaune par l'ammoniaque. L'analyse de l'oxyde vert a donné 83,7 p. o/o de métal et 1,8 à 1,3 p. o/o d'eau. Je

représente sa composition par $\dddot{\text{Bi}}$; cette formule suppose cependant 85,4 p. o/o de métal, nombre qui s'écarte un peu trop du résultat de l'analyse.

5° Un oxyde jaune, que je considère comme un hydrate d'un oxyde supérieur, et qu'on obtient en dissolvant le précédent dans de l'acide chlorhydrique et précipitant par l'ammoniaque. Ce même oxyde se précipite aussi quand on verse du nitrate bismuthique dans une dissolution concentrée de chlorite potassique; on l'obtient également en projetant l'oxyde brun foncé, dont il a été question dans l'article 3, dans de la potasse caustique fondue. L'analyse a donné 83,7 de métal et 1,5 à 1,25 p. o/o d'eau. Je suppose qu'il est formé d'un oxyde particulier $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{Bi}}\,\ddot{\text{Bi}} + \dot{\text{H}}$; d'après cette composition il renfermerait 83,6 p. o/o de métal et 1,5 p. o/o d'eau. Le résultat de l'analyse s'accorde toutefois si bien avec l'oxyde vert (4), qu'on est tenté de croire que ce soit le même corps dans un état isomérique différent.

6° Un oxyde hydraté jaune pâle, d'une nuance différente de celle du précédent, et que l'on obtient en versant du nitrate bismuthique dans une dissolution étendue de chlorite potassique au lieu d'une dissolution concentrée qu'on emploie pour le précédent. Trois analyses ont donné 82,6 à 83 p. o/o de métal et 1,7 à 2,1 p. o/o d'eau. J'exprime sa composition par $\dddot{\text{Bi}}^{2}\,\ddot{\text{Bi}} + \dot{\text{H}}$, formule qui suppose 82,7 p. o/o de métal et 1,25 p. o/o d'eau.

7° Quand on traite l'un des deux oxydes (5) et (6) par de l'acide nitrique, il se forme une masse floconneuse rouge-brun insoluble, qui s'altère si promptement, qu'on n'a pas pu la soumettre à

l'analyse. Je suppose que ce produit est un hydrate de $\ddot{\mathrm{Bi}}$. Quand on prolonge la réaction de l'acide nitrique, il passe au vert ou brun jaunâtre, tandis que la liqueur devient rouge clair. L'oxyde brun jaunâtre a donné à l'analyse 81,75 à 82,2 p. o/o de métal et 1,7 p. o/o d'eau, ce qui prouve évidemment la présence d'un oxyde supérieur du bismuth.

8° Quand on fait passer un courant de chlore dans une dissolution de potasse très-concentrée et chaude, dans laquelle on a mis en suspension de l'oxyde bismuthique récemment précipité, on obtient un produit impur qui a la couleur de l'oxyde ferrique, et d'où l'acide nitrique extrait de la potasse et du chlore bismuthique basique en laissant un oxyde rouge ou pourpre. Quand on expose cet oxyde pourpre à une chaleur de + 130°, il perd de l'oxygène et se convertit en un mélange d'oxyde brun foncé (3) et d'oxyde pourpre non décomposé. La potasse caustique le détruit aussi en donnant naissance à l'oxyde brun foncé (3); la dissolution alcaline renferme ensuite une quantité notable de bismuth. Si dans la préparation de cet oxyde on a employé de l'acide nitrique concentré et en excès, l'oxyde pourpre qui ne s'y dissout pas renferme 81,33 p. o/o de métal et 4,25 p. o/o d'eau. Au contraire, avec un acide faible et sans un grand excès on obtient un oxyde qui, sur la même quantité de métal, ne contient que 3,25 p. o/o d'eau. J'envisage ces deux produits comme des oxydes différents et j'exprime la composition du premier par $\dddot{\mathrm{Bi}}^2\,\ddot{\mathrm{Bi}} + \dot{\mathrm{H}}^2$, et celle du second par la formule $\dddot{\mathrm{Bi}}\,\ddot{\mathrm{Bi}} + \dot{\mathrm{H}}$.

9° Lorsqu'on fait passer un courant de chlore dans une dissolution de potasse caustique qui tient en suspension du carbonate bismuthique, on obtient un oxyde brun, qui diffère de l'oxyde (3) tant par sa composition que par la réaction qu'il produit avec le nitrate argentique. Il renferme 84,25 p. o/o de métal; sa composition peut être représentée par la formule $Bi^3O^5 = \dddot{B}i\,\ddot{B}i$, qui correspond à 84,2 de métal.

10° On obtient quelquefois un oxyde de bismuth rouge-orange, qui paraît être composé de $\dddot{B}i^3\,\dot{H}^2$, en traitant l'oxyde mentionné dans (3) par l'acide nitrique. Celui que j'ai préparé n'était pas pur, mais il était combiné avec 2 p. o/o d'eau. Il paraît néanmoins qu'il existe un autre oxyde rouge orange, qu'on obtient dans les mêmes circonstances et qui est composé de $\dddot{B}i\,\dot{H}$.

J'ai reconnu l'existence d'un acide bismuthique, mais non à l'état isolé, ni même dans une combinaison telle qu'on aurait pu l'en isoler. Sa combinaison avec un alcali donne une dissolution rouge.

---

61. *Recherches sur* L'ÉQUIVALENT DU ZINC; par M. A. Favre. (Ann. de ch., t. X, p. 163.)

J'ai cherché à déterminer l'équivalent du zinc par deux procédés, l'un qui consistait à décomposer par la chaleur l'oxalate de zinc, et à comparer le poids de l'oxyde au poids du carbone contenu dans l'oxalate; l'autre, qui consistait à dissoudre un poids connu de zinc pur dans l'acide

sulfurique, et à doser l'hydrogène provenant de cette réaction à l'état d'eau.

J'ai préparé l'oxalate de zinc en versant du sulfate de zinc pur dans de l'acide oxalique, et en lavant avec soin le produit par décantation. L'appareil à analyse se composait d'un tube contenant l'oxalate, qui communiquait d'une part avec un grand flacon destiné à faire passer à travers tout le système des tubes un courant d'air sec et privé d'acide carbonique, d'autre part, avec un tube à oxyde de cuivre, suivi d'appareils pour retenir l'eau et l'acide carbonique. Le poids de l'acide carbonique condensé par la potasse, a été comparé à celui de l'oxyde de zinc résidu de la calcination dans le courant d'air sec, et l'on en a déduit le nombre 412,66 comme moyenne de quatre expériences pour l'équivalent du zinc.

En suivant la deuxième méthode, on obtient 412,16 pour moyenne de trois expériences. La moyenne des nombres trouvés par les deux méthodes est 412,395, qui représente 32,991, ou presque exactement 33 fois l'équivalent de l'hydrogène.

---

62. *Analyse des* CARBONATES AMMONIACAUX *de zinc et de magnésie, et observations sur le carbonate de magnésie;* par M. P. A. Favre. (Ann. de ch., t. X, p. 474.)

Carbonate double de magnésie et d'ammoniaque. Le meilleur moyen pour obtenir ce sel consiste à mêler une dissolution saturée de bicarbonate de magnésie avec du carbonate d'ammoniaque. Le sel double étant très-peu soluble se pré-

cipite bientôt en cristaux très-nets. Son analyse a conduit à la formule

$$CO^2 MgO + CO^2 Az^2 H^8 O + 4 H^2 O.$$

Par l'ébullition dans l'eau pure ce sel se décompose et donne de la magnésie blanche.

Carbonate double de zinc et d'ammoniaque. On traite du carbonate de zinc humide par du carbonate d'ammoniaque en excès. Le sel double cristallise par évaporation lente. Il a pour formule

$$CO^2 ZnO + CO^2 Az^2 H^8 O.$$

---

63. *Sur l'*OXYCHLORURE DE MERCURE; par M. Thaulow. (J. d'Erd., mars 1844.)

On réussit très-bien à préparer l'acide hypochloreux en faisant réagir de l'hydrate de chlore sur de l'oxyde de mercure ramené à la même température; mais alors il se produit en même temps une matière noire, tandis qu'en employant du chlore à l'état de gaz, il se forme, comme on sait, un oxychlorure blanc. L'analyse de la matière noire m'a prouvé qu'elle avait exactement la même composition que celui-ci, $4HgO + Hg^2Cl^2$. Ces deux substances sont donc isomériques.

---

64. *Préparation facile de l'*OXYDE D'ARGENT PUR; par MM. Vallet et Fremy. (J. de Pharm., t. IV, p. 311.)

On verse sur du chlorure d'argent récent et humide, et bien divisé à l'aide d'une spatule, une solution de potasse d'une pesanteur spécifique de 1,25 à 1,30, et on fait bouillir le tout; le chlorure se transforme alors en peu de minutes en oxyde

d'argent, qui dans ce cas est noir. On décante la liqueur surnageante, on broie la poudre dans un mortier et on la lave par décantation jusqu'à ce qu'elle se dissolve dans l'acide nitrique sans résidu.

La solution faible de potasse et la solution concentrée froide, n'ont presque pas d'action sur le chlorure d'argent, et ce chlorure, une fois qu'il a été desséché, n'est décomposé que très-difficilement par la dissolution alcaline concentrée, même à l'aide de l'ébullition.

---

65. *Sur les produits de la décomposition du* CYANURE D'ARGENT; par M. Thaulow. (J. für Chem., t. XXXI, p. 220).

Lorsque l'on calcine du cyanure d'argent en vase clos, il se dégage un composé gazeux qui est isomère avec le cyanogène et que j'appelle *carbazote*, et il reste une matière d'un gris de cendre qui est un mélange d'argent métallique et de paracyanure d'argent.

Le carbazote est incolore; sa densité est de 1,73; il se résout en un liquide incolore à —4°; il brûle avec une flamme rouge, l'eau en absorbe quatre fois son volume, il est complétement absorbé par la potasse; si la dissolution est concentrée, il se forme immédiatement du paracyanogène. On peut lui faire traverser un tube rouge sans qu'il se décompose.

Le carbazoture neutre de potassium ne précipite que les sels d'argent et les sels de plomb. Le carbazoture d'argent est blanc comme le cyanure, mais il paraît être plus soluble dans l'acide nitrique que ce dernier.

On sait que le cyanure de mercure donne, par la calcination, une matière noire, charbonneuse, ayant la même composition pondérale que le cyanogène. Cette matière noire est le paracyanogène. Ce corps qui est un isomère du cyanogène, se présente sous forme d'une poudre brune, insoluble dans l'eau et dans l'alcool, soluble, même à froid, dans l'acide sulfurique concentré et dans la potasse caustique ou carbonatée. Le paracyanure d'argent possède la propriété remarquable de s'amalgamer avec le mercure. Cet amalgame est cristallin et très-compacte. Le paracyanure d'argent est grisâtre et poreux; sous le marteau il acquiert l'éclat métallique et prend l'aspect du bismuth; calciné fortement avec de la magnésie, il laisse des grains d'un alliage d'argent et de magnésium.

---

66. *Note sur la préparation de l'*OR PUR *et remarques sur les essais d'or*; par M. Levol. (Rev. scient., t. XIV, p. 304.)

Procédés de réduction du chlorure d'or. — Par le sulfate de protoxyde de fer. Ce procédé, recommandé par quelques auteurs, est très-imparfait, parce que le chlorure d'argent fourni par l'or que l'on affine reste en partie avec l'or dissous dans l'eau régale, même après l'évaporation, et se trouve revivifié de même que lui par le sel ferreux.

Par l'acide oxalique. Ce moyen est foncièrement bon et fournit de l'or très-pur; mais il a quelques inconvénients que je résume ici : grande longueur de temps, surtout si le sel d'or est avec

excès d'acide, projections de liqueur par le dégagement d'acide carbonique, nécessité d'employer de très-grands vases à cause de la faible solubilité de l'acide oxalique.

Par la solution d'acide arsénieux dans l'acide chlorhydrique. J'annonçai il y a quelques années (Ann. de Chim. et Phys., 3ᵉ série, t. I, p. 504) ce fait, que le protochlorure d'arsenic possède la propriété de réduire le chlorure d'or; mais j'ajoutais que cette réduction est trop lente pour pouvoir être appliquée à la détermination et au dosage des mélanges de chlorures d'arsenic; j'ai vu depuis qu'en rendant les liqueurs neutres ou légèrement alcalines, on accélère assez la réaction pour pouvoir en tirer parti dans l'analyse, et partant aussi pour purifier l'or; mais les dangers que peut présenter l'usage d'un réactif aussi vénéneux que l'est l'acide arsénieux, et d'autant plus à redouter qu'on l'emploie en dissolution, me font hésiter à recommander ce procédé pour peu qu'on voulût opérer en grand.

Par le protochlorure d'antimoine. Le fait de la réduction du chlorure d'or par ce sel a été annoncé en même temps que le précédent, et c'est à ce moyen que je me suis définitivement arrêté, en opérant ainsi qu'il suit : on fait dissoudre l'or du commerce dans une eau régale formée de quatre parties d'acide chlorhydrique ordinaire et d'une partie d'acide nitrique à environ 20° B.; on filtre pour séparer le résidu de chlorure d'argent, et l'on ajoute à la liqueur le protochlorure d'antimoine additionné d'acide chlorhydrique en quantité suffisante pour que l'eau tenant en dissolution le chlorure d'or ne le trouble pas; et si cela arrivait, et que l'on vît apparaître un précipité blanc,

on le ferait facilement rentrer en dissolution au moyen d'acide chlorhydrique, et sans qu'il en résulte d'ailleurs aucun inconvénient. Le calcul des équivalents indique, et l'expérience confirme, que 177 de protochlorure d'antimoine réduisent exactement 100 d'or de son perchlorure. Mais, en pratique, il est convenable d'en porter la proportion à 200, ou au double du poids de l'or, d'autant que l'excès ne peut nuire en rien. La réduction est complète au bout de quelques heures, surtout si l'on chauffe légèrement; on jette l'or sur un filtre, on le lave d'abord à l'acide chlorhydrique faible, puis à l'eau, et on le fond dans un creuset de terre avec une petite quantité de salpêtre et de borax (1).

Cet or donne constamment une *surcharge* à l'essai, même lorsqu'on a observé la modification apportée au procédé ordinaire par Tillet et réglée par M. Chaudet; mais en appliquant ici le procédé indiqué par M. d'Arcet, pour l'analyse des alliages d'argent et de platine, c'est-à-dire en se servant uniquement d'acide sulfurique pour le départ, on retrouve constamment 1000/1000, si l'ébullition a été bien soutenue pendant tout le temps prescrit. L'acide sulfurique a donc un avantage réel sur l'acide nitrique pour le départ; mais je dois faire remarquer ici que cela ne prouve nullement qu'au moyen de l'acide sulfurique, il soit possible d'obtenir l'or pur, puisqu'il est bien reconnu que le plomb entraîne de l'or dans les cou-

(1) Les liqueurs filtrées, qui se composent alors de perchlorure d'antimoine, peuvent être ramenées à leur premier état, et servir ainsi indéfiniment pour cette opération, si on les fait bouillir sur de l'antimoine métallique après qu'elles ont servi.

pelles, et d'autant plus, la température restant la même, que la dose en est plus élevée, tellement qu'au-dessous du titre de 700/1000, par le procédé suivi généralement pour essayer l'or, on éprouve des pertes, parce qu'alors cette dose se trouve augmentée dans un très-grand rapport; il est donc évident que la précision dans les essais d'or dépend d'une certaine compensation qui s'établit d'elle-même d'une manière plus ou moins exacte, suivant les circonstances de l'opération, puisque, d'une part, l'expérience prouve que les coupelles absorbent toujours une petite portion d'or de l'essai soumis à la coupellation, et que, d'une autre part, le cornet d'or après le départ retient constamment des traces d'argent; or, il résulte de là que, pour les titres bas, les quantités de plomb nécessaires pour éliminer le cuivre augmentant de plus en plus, jusqu'à une certaine limite, finissent par faire perdre plus d'or à l'essai pendant la coupellation que le départ n'y laisse d'argent, ce qui affaiblit d'autant le résultat final; et comme l'inverse arrive pour les titres élevés qui n'exigent que peu de plomb, cela produit des surcharges qui exagèrent le titre de l'or dans un sens opposé. Mais ces différences sont toujours très-restreintes dans des opérations bien dirigées, c'est-à-dire faites dans les circonstances les plus favorables par un essayeur expérimenté.

---

67. *Sur les* CYANURES D'OR; **par M. Himly.** (*Ann. der Chem. und Pharm.*, t. XLII, p. 157 et 337.)

Cyanures d'or. On obtient le cyanure aureux quand on mélange une dissolution de cyanure auroso-potassique, dont nous indiquerons plus bas la préparation, avec une quantité convenable d'a-

cide chlorhydrique et qu'on évapore. La dissolution reste limpide et ne répand point d'odeur d'acide cyanhydrique, mais à + 56° l'on voit paraître des grains cristallins d'un beau jaune, qui continuent à se déposer par l'évaporation à siccité au bain-marie. Vers la fin de l'opération, il se dégage de l'acide cyanhydrique, et le résidu est un mélange de cyanure aureux et de chlorure potassique, dont on enlève ce dernier par des lavages à l'eau pure, en ayant soin d'opérer à l'abri de la lumière, car sans cela la couleur du cyanure deviendrait verdâtre. Le cyanure sec est une poudre cristalline d'un beau jaune et inaltérable sous l'action de la lumière solaire, mais elle présente un chatoiement des couleurs de l'arc-en-ciel; sous le microscope, on distingue de petites tables hexagones régulières. Soumis à la distillation sèche, il donne du gaz cyanogène et un résidu d'or. Il est insipide, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, et inattaquable par les acides les plus forts. La potasse caustique est sans action à la température ordinaire, mais à celle de l'ébullition l'or est réduit lentement et il se forme du cyanure auroso-potassique. Le sulfide hydrique n'agit pas sur lui, mais le sulphydrate ammonique le dissout peu à peu complétement et donne une dissolution à peine colorée, dans laquelle les acides précipitent du sulfure aureux. Il se combine aisément avec des cyanures d'autres métaux pour former des cyanures doubles. Il se compose de Au Cy, c'est-à-dire 88,367 p. o/o d'or et 11,633 de cyanogène.

Pour préparer le *cyanure auroso-potassique*, on dissout 7 p. d'or dans l'eau régale, et on l'en précipite par l'ammoniaque. On lave l'or fulminant, on l'introduit dans une dissolution chaude de 6 p. de cyanure potassique pur, et l'on détache

les dernières portions avec un flacon laveur, ou bien, si l'on préfère, on l'introduit avec le filtre dans la dissolution. L'or fulminant se dissout rapidement et dégage de l'ammoniaque; dans le cas contraire, il faut la concentrer par l'évaporation. L'eau mère renferme ensuite du chlorure potassique et du carbonate potassique, et ne produit plus de cristaux purs; on en sépare le cyanure aureux, comme il a été dit plus haut, et l'on dissout 77 p. de ce dernier et 23 p. de cyanure potassique dans de l'eau bouillante et l'on fait cristalliser. On soumet ensuite à une nouvelle cristallisation les premiers cristaux des deux opérations, en les dissolvant dans leur poids d'eau bouillante.

Ce sel cristallise dans la même forme que le soufre (Sβ) en longs cristaux prismatiques incolores et entrelacés; au bout de dix minutes, ils atteignent une longueur d'un pouce. La saveur en est salée et douceâtre, et laisse un arrière-goût métallique; il est inaltérable à l'air; il se dissout dans 7 p. d'eau froide et dans moins de la moitié de son poids d'eau bouillante. L'alcool le dissout en faible quantité; l'éther ne le dissout pas.

Le chlorure mercurique précipite de sa dissolution, et particulièrement de la dissolution chaude, du cyanure aureux, et la liqueur ne renferme ensuite que du chlorure potassique et du cyanure mercurique. Le nitrate argentique précipite un cyanure double blanc, d'or et d'argent, qui noircit rapidement à la lumière.— Ce sel est anhydre et contient K Ɣy + Au Ɣy.

Le cyanure auroso-potassique a nouvellement attiré l'attention d'une manière toute spéciale, depuis qu'on l'emploie pour le dorage par voie électrique.

On obtient le *cyanure auroso-ammonique* quand on mélange une dissolution concentrée du sel précédent avec un petit excès de sulfate ammonique et qu'on précipite par l'alcool qui sépare les sulfates, tandis que le sel double reste dans la dissolution ; celle-ci le fournit par l'évaporation spontanée sous forme d'une croûte formée d'un tissu de cristaux aciculaires déliés. Il est très-soluble dans l'eau et l'alcool, et insoluble dans l'éther. Il ne contient pas d'eau et se décompose entre 200 et 250°. La formule en est $NH^4 Cy + Au Cy$.

Le *cyanure aurique* est un sel soluble dans l'eau, qu'on prépare au moyen du cyanure aurico-argentique, dont la préparation sera indiqué plus bas, qu'on délaye avec de l'eau et qu'on traite à froid ou à une chaleur à peine tiède, par une quantité d'acide chlorhydrique un peu trop faible pour convertir tout le cyanure argentique en chlorure argentique; le cyanure aurique reste dissous dans la liqueur, qu'on évapore dans le vide sur de l'acide sulfurique et sur de la chaux vive, pour absorber l'acide chlorhydrique si elle en contenait à l'état libre. On obtient un résidu jaunâtre, cristallisé confusément, qu'on reprend par une très-faible quantité d'alcool, pour séparer le cyanure aureux qu'on recueille sur un filtre. La dissolution alcoolique produit, par l'évaporation dans le dessiccateur, de belles tables ou des feuillets cristallins. Quand on l'évapore à l'aide de la chaleur, il est toujours mélangé avec du cyanure aureux.

On peut aussi l'obtenir au moyen du cyanure aurico-potassique : dans ce but, on précipite la dissolution de ce sel par de l'acide fluosilicique, on évapore la liqueur dans un dessiccateur, on reprend le résidu par de l'alcool, on filtre et l'on évapore à la température ordinaire.

Les cristaux sont incolores et présentent de grandes tables ou des feuillets qui semblent appartenir au système régulier. Ils n'attirent pas l'humidité de l'air, cependant ils se dissolvent facilement dans l'eau, l'alcool et l'éther. Les cristaux contiennent de l'eau ; ils fondent à 50° dans l'eau de cristallisation : à une température supérieure il perdent de l'acide cyanhydrique, puis du cyanogène, et il reste ensuite du carbure d'or (paracyanure aurique?), qui reproduit l'or sans difficulté quand on le calcine à l'air.

Le sulfate ferrique produit un précipité jaune dans la dissolution de ce sel. Le chlorure mercurique ne produit aucun changement. Le nitrate mercureux, avec le concours de l'ébullition, donne lieu à du cyanure mercurique et à du chlorure aureux.

Le cyanure aurique contient 16,26 p. o/o d'eau et la formule en est $\text{Au}\,\text{Cy}^3 + 6\dot{\text{H}}$.

Cyanure aurico-potassique. Pour préparer ce sel, on se procure d'abord, au moyen de 46 p. d'or, une dissolution concentrée de chlorure aurique, qu'on cherche à rendre aussi neutre que possible, et on la verse goutte à goutte dans une dissolution concentrée et chaude de 46 p. de cyanure potassique. La couleur jaune du chlorure disparaît sur-le-champ et le sel double cristallise par le refroidissement en grandes tables incolores, qu'on purifie par une nouvelle cristallisation. La manière la plus avantageuse de retirer l'or de l'eau mère est de la mélanger avec du sulfure potassique, et de précipiter l'or à l'état de sulfure en ajoutant un acide.

Ce sel s'effleurit à l'air et perd toute l'eau qu'il contient quand on l'expose dans le vide sur de

l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une douce chaleur, il dégage du cyanogène et se convertit en cyanure auroso-potassique. Le chlorure mercurique ne produit aucun changement apparent dans la dissolution. Le nitrate mercureux donne un précipité jaune à l'aide de la chaleur. La formule des cristaux est $2\,(K\,Cy\,Au\,Cy) + 4\,\dot{H}$.

Cyanure aurico-ammonique. On l'obtient en saturant avec de l'hydrate aurique une dissolution de cyanure ammonique préparée préalablement par la distillation d'un mélange de cyanure ferroso-potassique et de chlorure ammonique dissous dans l'eau. Cette dissolution est incolore, on la filtre et on l'évapore; elle se recouvre pendant cette opération d'une pellicule couleur de rouille et laisse ensuite un résidu salin, qu'on reprend par l'eau, qui dissout le sel double et qui dépose par l'évaporation spontanée des tables quadrangulaires et des tables hexagones. Ce sel est très-soluble dans l'eau et l'alcool, mais il est insoluble dans l'éther. A 100° il perd de l'eau et devient laiteux; une température plus élevée le détruit. Il se compose de $NH^4\,Cy + Au\,Cy^3 + 2\,\dot{H}$.

Le corps couleur de rouille qui se forme par la même occasion détone faiblement quand on le chauffe, ce qui est dû peut-être à la formation d'acide cyanique aux dépens de l'oxygène de l'oxyde aurique.

Cyanure aurico-argentique. Ce sel se forme quand on précipite une dissolution de cyanure aurico-potassique par du nitrate argentique neutre. Le précipité est jaunâtre et caillebotté, il devient plus foncé à la lumière; il se dissout dans l'ammoniaque; mais il est complétement insolu-

ble dans l'eau et dans l'acide nitrique. Il n'a pas été analysé.

---

68. *Sur la préparation du* PALLADIUM; par M. William John Cock. (Rev. scient., t. XVI, p. 466.)

Le palladium, découvert en 1803 par Wollaston dans le platine natif, passa pendant quelque temps pour un métal très-rare, parce qu'on ne connaissait d'autre source que le platine natif, dans lequel il n'existe qu'en très-petite quantité. On sait aujourd'hui que les sables aurifères du Brésil, importés depuis quelques années en Europe, renferment de 5 à 6 p. c. de palladium. Dans quelques espèces même (de la mine de Candonga), le palladium constitue l'unique alliage de l'or.

L'affinage s'opère de la manière suivante : on fait fondre 7 livres d'or avec autant d'argent, et une certaine quantité de nitrate de potasse, afin d'éliminer d'abord les substances terreuses et métalliques étrangères. La matière est coulée en lingots, et, après le refroidissement, on en sépare les scories, qui contiennent les oxydes métalliques terreux combinés avec la potasse du nitre employé. Ensuite deux de ces lingots sont fondus dans un creuset de graphite avec une proportion d'argent qui représente quatre fois le poids de l'or de l'alliage; il faut avoir soin de remuer constamment la masse fondue, afin qu'elle devienne bien homogène, et la faire couler dans de l'eau froide à travers une cuiller de fer percée de trous. C'est sur ces grains d'alliage qu'on opère l'affinage. A cet effet, on soumet 25 livres de cet alliage, dans un vase de porcelaine placé sur un bain de sable, à l'action d'environ 20 livres d'acide nitrique pur,

étendu de son poids d'eau. Après que l'acide nitrique a cessé d'agir, le départ de l'or est presque complet. Pour bien enlever les dernières traces d'argent, on traite l'or, pendant deux heures, avec 9 à 10 livres d'acide nitrique concentré.

Les nitrates d'argent et de palladium ainsi obtenus sont versés avec précaution dans de grands vases remplis d'une solution de sel marin, afin de précipiter tout l'argent à l'état de chlorure.

La liqueur décantée contient le palladium et le cuivre, lesquels sont précipités à l'état d'une poudre noire à l'aide de lames de zinc et d'acide sulfurique. Ce précipité est dissous par l'acide nitrique, et la solution est traitée par un excès d'ammoniaque qui redissout les oxydes de palladium et de cuivre, pendant que les oxydes de fer, de plomb, etc., restent insolubles. En ajoutant à la solution ammoniacale de l'acide chlorhydrique en excès, on obtient un précipité jaune abondant de chlorure de palladium ammoniacal. Celui-ci, après avoir été lavé à l'eau froide, donne, par la calcination, le palladium pur. Les eaux mères renferment tout le cuivre et des traces de palladium; elles sont précipitées par des lames de fer.

Le palladium pur est d'un blanc grisâtre un peu plus foncé que la couleur du platine. Il est malléable et ductile, moins cependant que le platine. Sa densité, qui est 11,3, peut être portée, par l'écrouissage, jusqu'à 11,5. Lorsqu'il est parfaitement pur, il est infusible dans un fourneau à soufflets ordinaires. Il fond complétement par le gaz oxygène, et, maintenu quelque temps à l'état de fusion, il brûle en répandant des étincelles. Le palladium n'est point terni par l'hydrogène sulfuré. Il ne s'oxyde ni à la température ordinaire ni à la chaleur blanche; mais, chose remarquable,

il s'oxyde à la chaleur rouge, en prenant l'aspect de l'acier. En continuant à maintenir la chaleur au rouge sombre, il finit par se recouvrir d'une couche d'oxyde brun, qui se réduit aussitôt que l'on dépasse cette température. Le métal reprend sa couleur particulière, après l'avoir chauffé à la chaleur blanche et refroidi à l'abri du contact de l'air.

Le palladium pur et bien fondu se dissout difficilement dans l'acide nitrique; allié avec une certaine proportion de cuivre ou d'argent, il s'y dissout facilement. Allié avec 10 p. c. d'or ou de cuivre, il perd sa couleur et donne naissance à un alliage blanc. Les alliages de palladium sont utilement employés dans les arts pour la fabrication de tous les objets qu'il importe de préserver de l'oxydation.

---

69. *Sur l'éponge de* PLATINE; par M. Bottiger. (J. für Chem., t. XXX, p. 257.)

Lorsque pour préparer l'éponge de platine destiné au service des lampes de Doebereiner, on emploie l'acide sulfurique fumant de Nordhausen, elle refuse son service. Cela tient à la présence d'une certaine quantité d'acide sulfureux que renferme toujours l'acide fumant. En effet, l'acide sulfureux se transforme en partie en hydrogène sulfuré au contact de l'hydrogène : or, on sait depuis longtemps que l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque et quelques autres gaz ont la propriété d'enlever à l'éponge de platine la faculté d'enflammer l'hydrogène.

---

70. *Sur les* SULFITES DOUBLES *de platine et de*

soude; par MM. Litton et Schnedermann. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLII, p. 316.)

Lorsqu'on sature une dissolution de chlorure platinique par du gaz acide sulfureux, et qu'on ajoute ensuite du carbonate de soude de manière à neutraliser la liqueur, on obtient un précipité blanc ou légèrement jaunâtre, peu soluble dans l'eau froide, qui est un sulfite double de platine et de soude. Le platine n'en est pas précipité par l'hydrogène sulfuré, par les sulfhydrates, par les alcalis ou par le zinc métallique. Il se dissout dans les sulfures alcalins et dans les cyanures par l'ébullition. Les acides le décomposent facilement à l'état sec. Sa formule est $3\dot{N}a\ddot{S} + \dot{P}t\ddot{S}$. Si l'on dissout ce sel en excès dans de l'acide sulfurique ou chlorhydrique, et qu'on expose la dissolution à une douce chaleur, elle dégage de l'acide sulfureux et il se précipite un sel jaunâtre $\dot{N}a\ddot{S} + \dot{P}t\ddot{S}$, plus soluble que le précédent.

---

71. *Sur le* CYANURE *potassico-platinique*; par M. Knop. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLII, p. 111.)

On se procure, par la voie ordinaire, du chlorure platineux qu'on dissout dans du cyanure potassique pur et récemment dissous, en ayant soin d'ajouter un excès du chlorure pour qu'il n'y ait pas de cyanure potassique libre dans la liqueur; après quoi l'on filtre et l'on évapore jusqu'à la cristallisation.

Quand on fait passer un courant de chlore dans une dissolution chaude et saturée de ce sel dans l'eau, on ne tarde pas à voir paraître de petits cristaux aciculaires rouge de cuivre, dont la

quantité augmente peu à peu, tellement que toute la liqueur se prend en masse. A cette époque, on interrompt le courant de chlore, car un excès de ce dernier les détruit. On fait égoutter la masse, on la presse fortement dans du papier joseph; on la dissout dans une très-petite quantité d'eau bouillante, acidulée par quelques gouttes d'acide chlorhydrique, pour détruire le cyanate et le carbonate potassique qui y restent adhérents, puis on fait cristalliser la dissolution plusieurs fois de suite pour purifier le sel. J'ai analysé ce composé sous la direction de M. Wœler, et je l'ai trouvé composé de 2 at. de cyanure potassique, 1 at. de sesquicyanure platineux et 5 at. d'eau = $2\,K\,Cy + Pt^2\,Cy^3 + 5\,\dot{H}$.

Il présente des prismes microscopiques à quatre pans, d'un rouge de cuivre, doués de l'éclat métallique, et qui ont l'aspect d'un feutre fait avec un tissu de cuivre. Au soleil, il est demi-transparent et laisse passer la couleur complémentaire verte. Il est très-soluble dans l'eau et donne une dissolution incolore. L'alcool ne le dissout pas. La dissolution de ce sel produit, avec les sels cuivriques, un précipité blanc verdâtre; avec les sels argentiques et mercuriques, un précipité blanc; et avec les sels mercureux, un précipité bleu foncé. Un carbonate alcalin le convertit en cyanure double. L'acide sulfurique le transforme en un corps jaune qui renferme du platine, du potassium et du cyanogène. L'acide chlorhydrique le rend jaune d'abord, puis blanc, et rouge sous l'influence de la chaleur. Quand on le chauffe, il se détruit facilement, il dégage du cyanogène, devient blanc jaunâtre et se réduit en une masse fondue brune. Il se décompose même à la tempé-

rature ordinaire quand on l'expose dans le vide sur de l'acide sulfurique.

---

72. *Recherches sur l'*OSMIUM *et l'*IRIDIUM; par M. Fremy (Comptes rendus, t. XVIII, p. 144).

Pour préparer l'osmium et l'iridium, je mélange 100 gr. de résidu de mine de platine avec 300 gr. de nitre; j'introduis ces deux corps dans un grand creuset de Paris et je les chauffe pendant une heure au rouge. La masse est ensuite coulée sur une plaque métallique. Pendant la calcination avec le nitre, il se perd une petite quantité d'acide osmique.

La masse décantée contenant l'osmiate et l'iridiate de potasse, est traitée dans une cornue par l'acide nitrique. On condense l'acide osmique qui se dégage dans une solution concentrée de potasse. Le résidu de cette distillation est traité par l'eau qui enlève le nitre et repris par l'acide chlorhydrique qui dissout l'iridium.

La dissolution d'osmiate de potasse, traitée par l'alcool, s'échauffe, prend une teinte rouge et laisse déposer une poudre cristalline d'osmite de potasse qui, lavée à l'alcool, peut se conserver sans altération et sert à préparer les composés d'osmium. Si on la traite à froid, par une solution de sel ammoniac, on obtient un sel à peine soluble qui, calciné dans l'hydrogène, donne l'osmium parfaitement pur.

Pour avoir l'iridium, on traite le chlorure d'iridium par le sel ammoniac, et l'on met le précipité en contact avec de l'acide sulfureux. L'iridium entre en dissolution et l'osmium reste précipité à l'état de sel rouge.

NOTICE

Sur le traitement de la blende à l'usine de Stern;

Par M. ÉMILE BAYLE, élève-ingénieur des mines (1).

L'usine de Stern, située sur le *Muhlbach*, à un quart de lieue de *Linz*, sur la rive droite du Rhin, comprend :

1° Une usine à zinc;

2° Une fabrique de vitriols de fer et de cuivre.

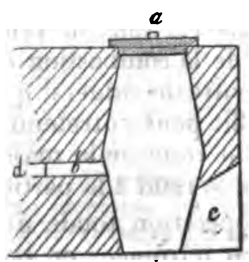
Usine à zinc.

Minerai.

La matière première traitée à l'usine de Stern est de la blende, qu'on achète aux usines à plomb des environs. Son traitement consiste en un grillage dans un fourneau particulier, et en une distillation de la matière grillée.

Calcination et grillage de la blende.

Le fourneau dans lequel on grille le minerai a la forme d'un haut-fourneau, comme l'indique le croquis suivant.



(*a*) est le gueulard par lequel on charge la blende, et qu'on peut fermer à l'aide d'un couvercle de fonte; (*b*) est la tuyère qui souffle l'air dans le fourneau, le registre (*d*) dont elle est munie permet de régler à volonté

(1) Extrait du Journal du voyage, fait par cet élève, dans le nord de l'Allemagne en 1843, déposé à la bibliothèque de l'École royale des mines, sous le n° 85.

le courant d'air ; le fourneau est terminé à sa partie inférieure par une porte (*c*), par laquelle on fait sortir les produits de l'opération.

L'air est lancé par une caisse soufflante en bois, à piston.

Voici comment se conduit une opération dans ce four de grillage.

On charge dans le fourneau le minerai composé d'un mélange de blende concassée en petits fragments et de pyrite de fer, mais en proportion peu considérable par rapport à la blende. Cette charge est faite sur un peu de houille enflammée. On ferme alors l'ouverture (*a*), qu'on lute hermétiquement avec de l'argile, ainsi que la porte (*c*) de déchargement; puis on donne une certaine quantité de vent.

Le maître ouvrier, qui dirige l'opération, connaît la quantité de vent qui est nécessaire, et la règle à l'aide du registre; aussi on ne sait pas exactement à l'usine quelle est la quantité de vent dépensée.

Sous l'action du vent et de la chaleur provenant de la combustion de la houille, une portion du soufre du minerai qui se distille, s'enflamme et suffit pour entretenir et compléter la calcination du reste de la masse ; une grande partie du soufre se rend à la partie inférieure du fourneau.

L'opération totale dure douze heures. Quand elle est terminée, on retire du fourneau, par la porte de travail la blende grillée, et une certaine quantité de soufre.

Le minerai grillé ainsi est ensuite trié, et les plus gros fragments sont concassés et repassés de nouveau dans le fourneau.

L'usine possède quatre fours de grillage, qui portent le nom de *schwefelöfen*. Un schwefelöfen suffit pour griller tout le minerai qu'on passe dans un four de distillation.

Traitement de la blende grillée.

La blende grillée est traitée ensuite par la méthode de Belgique.

L'usine possède quatre fours de distillation, *zinköfen*.

La réduction se fait dans des cornues en terre, cylindriques, à section circulaire.



Cornues.

Ces cornues se composent de trois parties; la première, ou la cornue proprement dite, est en argile, elle a 6″ (1) de diamètre intérieur, 1″ d'épaisseur et 3′ 6″ de longueur; la partie *b* ou l'allonge est en tôle et a 18″ de long; la partie *c* est le chapeau de l'allonge, il est aussi en tôle de fer.

Les cornues sont formées d'une terre, composée d'un mélange d'argile réfractaire très-blanche tirée des environs de Coblentz, et de débris d'anciennes moufles concassées.

(1) La mesure de longueur employée est le pied du Rhin, qui vaut $0^m,3139$; il se divise en 12 pouces, et le pouce en 12 lignes.

Nous représentons le pied, le pouce et la ligne par les notations suivantes :

Le pied, par ′
Le pouce, par ″
La ligne, par ‴

Fabrication des cornues.

Ces débris concassés sont broyés à l'aide d'une meule verticale en trachyte, tournant sur une meule horizontale également en trachyte, mue par une roue hydraulique. Dans la même halle, qui contient ces meules, se trouve un second système de meules semblables aux premières et qui servent à broyer l'argile réfractaire. La roue hydraulique met aussi en mouvement la tonne, qui sert à faire le mélange des deux matières. Le mélange de la pâte s'achève en la foulant aux pieds. Cette pâte renferme en outre une petite quantité de charbon concassé.

On construit la cornue en pilant la pâte dans un moule, formé d'un cylindre creux, dont l'axe est occupé par un cylindre plein, ayant un diamètre égal au diamètre intérieur de la cornue.

L'atelier de fabrication des moufles occupe six ouvriers.

Séchage des cornues.

Une fois fabriquées, les cornues sont séchées à l'air puis dans un fourneau rectangulaire composé de deux étages. Les cornues sont placées dans l'étage supérieur, et dans l'inférieur on sèche les briques réfractaires servant à la construction des fours de distillation. La flamme qui a traversé les deux étages de ce four est ensuite conduite dans un four à réverbère ordinaire, où l'on achève le grillage de la blende déjà commencé dans les schwefelöfen; dans les schwefelöfen la blende est en effet plutôt calcinée que grillée complétement.

Ce four de séchage est construit dans la halle des fourneaux de distillation.

Fours de distillation.

Les fours de distillation sont entièrement semblables à ceux de la Belgique.

Un four renferme 44 cornues, disposées sur 7 lignes horizontales, et a exactement une largeur égale à la longueur des cornues : la chauffe est placée au-dessous de l'aire du fourneau.

Un semblable four marche pendant 3 à 4 mois sans interruption, après ce temps il a besoin d'être mis hors feu pour être réparé. Les cornues durent moyennement de un à deux mois ; celles qui sont placées à la partie inférieure du four, supportant une plus haute température, doivent être plus souvent renouvelées.

Chaque fourneau occupe cinq ouvriers.

Chargement.

On charge par opération dans chaque cornue un mélange de 20 livres (1) de blende grillée et de 5 livres de houille de la *Rühr*. L'opération dure douze heures, et on coule le zinc toutes les heures. La teneur moyenne de la blende grillée est de 25 p. 0/0 ; l'opération donne un rendement de 20 à 25 p. 0/0.

Par 24 heures et par fourneau on consomme 40 quintaux de houille de la *Rühr*, et comme on produit environ 400 livres de zinc, on consomme en définitive dix parties de houille pour une de zinc obtenu, en considérant comme à peu près nulle la quantité de houille employée dans le schwefelöfen.

L'usine produit environ annuellement 4000 quintaux de zinc métallique.

---

(1) C'est la livre de Prusse, qui vaut 0,4674 kil. Le quintal est de 110 livres.

Fabrique de vitriols.

La fabrique de vitriols est située à 3 ou 4 minutes de distance de l'usine à zinc.

On fabrique dans cette usine des vitriols de fer et de cuivre, et divers sulfates doubles

Minerais.

Les minerais de cuivre traités proviennent de deux puits en exploitation à *Rheinbrittenbach*, à deux lieues environ au nord de l'usine. Ces filons, situés dans la grauwacke, fournissent en ce moment (1843) très-peu de minerais; dans les travaux anciens on ne trouve presque plus rien qui vaille la peine d'être exploité; mais on se propose d'approfondir les travaux, en établissant prochainement une machine à vapeur de la force de douze chevaux pour l'épuisement des eaux.

Fabrication du vitriol bleu.

Les minerais de cuivre, étendus dans de grands bassins formés de dalles de basalte, sont attaqués par l'acide *sulfurique bouillant*, qu'on fait arriver dans ces bassins. Cet acide employé marque généralement 15° à l'aréomètre de Beaumé.

Le minerai est transformé ainsi en sulfate par l'action de l'acide, et la liqueur se rend dans des puisards, par de petites rigoles pratiquées dans le fond des bassins.

A l'aide de pompes, on transporte les eaux mères des puisards dans des cuves en plomb, qui sont destinées à les concentrer, en chauffant ces cuves à une température convenable. On fait ensuite passer les eaux concentrées dans des bassins en trachyte où elles cristallisent.

L'acide sulfurique employé est fabriqué à l'u-

sine même, dans des chambres de plomb, par le procédé anglais. Les matières premières employées pour cette fabrication sont du nitre du Pérou, et le soufre produit à l'usine à zinc dans le schwefelöfen.

On a produit en 1842 500 quintaux de vitriol bleu, production inférieure à celle des années précédentes qui s'élevait à 1500 quintaux, à cause du peu d'abondance du minerai. Et ce minerai a été vendu 15 thalers (le thaler vaut 3 fr. 75 cent.) le quintal de 110 livres de Prusse. On pense, dès que les travaux de la mine seront arrivés à une plus grande profondeur, atteindre une production annuelle de 3000 quintaux.

On fabrique dans la même usine annuellement 10.000 quintaux de vitriol vert; on emploie du minerai de fer en roche et de l'acide sulfurique que l'on fait digérer ensemble à froid, dans de grands bassins de trachyte. On concentre ensuite les eaux de lavage, puis on les fait cristalliser. Le prix de vente du vitriol vert est de 6 fr. le quintal de Prusse.

Fabrication du vitriol vert.

On fabrique en outre pour les besoins du commerce quatre sortes de sulfates doubles de fer et de cuivre, en dissolvant à chaud dans des cuves en plomb, des mélanges en proportions convenables de vitriols de cuivre et de fer cristallisés, et faisant ensuite cristalliser le tout dans des bassins en trachyte.

La blende que l'on traite dans l'usine à zinc est lavée sur des tamis à secousse, avant que d'être calcinée. Le résidu de ce lavage est transformé en sulfate de zinc par de l'acide sulfurique chaud. L'usine produit annuellement un ou deux cents

quintaux de ce sel, qui est livré au bas prix de 3 thalers le quintal.

Enfin l'usine produit annuellement 100 à 150 quintaux d'alun, en exposant à l'action de l'eau et des agents atmosphériques des schistes alumineux (alaünschiefer), disposés par couches dans des bassins, concentrant les eaux de lavage dans des cuves en plomb, et les faisant cristalliser dans des bassins construits en dalles de trachyte.

MÉMOIRE

Sur l'usine à fer de Ludwigshütte dans la Hesse-Darmstadt.

Par M. ÉMILE BAYLE, élève-ingénieur des mines.

L'importante usine à fer, dont nous allons parler, située sur les bords de la Lahn, à un quart de lieue en amont de la Biedenkopf, dans le grand-duché de Hesse-Darmstadt, fut dans le principe une propriété de l'Etat. Depuis dix ans elle a été achetée par une compagnie particulière. Un des propriétaires, M. Wernher, chargé de la direction de l'usine, lui fit acquérir un grand développement, en bâtissant un second haut-fourneau, créant un bel atelier de construction de machines, et y introduisant le procédé du puddlage au gaz, ce procédé pratiqué depuis quelques années à Wasseralfingen et dans plusieurs autres usines de l'Allemagne, découverte importante qui a fait acquérir à M. Faber du Faur une si grande célébrité.

L'usine se compose : de deux hauts-fourneaux au bois et à l'air chaud, d'un four à puddler au gaz, d'un four de mazéage et d'un four à réchauffer, également au gaz.

Il y a un atelier de moulage pour la fonte de première fusion, et deux cubilots.

Une prise d'eau faite à la Lahn, fournit toute la force nécessaire pour conduire l'usine. Cependant on a construit une machine à vapeur pour faire marcher la soufflerie, dans le cas extrême où la rivière ne fournirait pas assez d'eau.

Haut-fourneau. Chacun des deux hauts-fourneaux de l'usine est construit en briques réfractaires, à l'exception des étalages qui sont en massa, du creuset, et de l'ouvrage formés de grosses pierres de grès.

Voici, du reste, les principales dimensions du fourneau n° 1. La *fig.* 3, *Pl. IX*, achève de montrer comment l'appareil est disposé.

Hauteur totale.	395'' (1)
Hauteur de la dame.	14'
Hauteur de la tympe.	14''
Hauteur du creuset..	16 ½''
Hauteur de l'ouvrage.	46 ½''
Inclinaison des étalages.	55°
Distance de la dame à la tympe. .	14''
Epaisseur de la tympe.	19''
Diamètre au ventre.	95''
Diamètre au gueulard.	32''
Largeur à la naissance des étalages.	30''

L'air est échauffé à 180° ou 200° Réaumur, et on en lance 600 à 700 pieds cubes par minute : la pression est représentée par une colonne de mercure de 20'''.

On lance l'air par des buses en fonte, dont la section est un cercle de 15''' de diamètre intérieur; les tuyères, au nombre de deux, sont en cuivre; un courant d'eau froide qui y circule, empêche qu'elles fondent sous l'action de la température du fourneau.

Les axes des deux tuyères ne sont pas directe-

---

(1) Le pied de Hesse-Darmstadt se divise en 10 pouces, le pouce en 10 lignes : le pied vaut 0m.25.

Suivant la notation allemande nous représenterons le pied, le pouce et la ligne par les signes suivants :

le pied. . . '
le pouce. . ''
la ligne. . . '''

ment opposés, mais ils sont parallèles et éloignés l'un de l'autre de 3".

Le fourneau n'a pas de creuset puisard, mais une ouverture percée dans la dame et qu'on peut ouvrir ou fermer à volonté à l'aide d'un tampon d'argile, permet de prendre de la fonte, sans arrêter le vent, toutes les fois qu'on veut couler quelque pièce.

Quand on coule les gueuses, on pratique à l'aide de sable, sur la face inférieure du moule, de petits barrages, dont le but est de laisser en travers de la gueuse des cannelures qui permettent de la casser en fragments de longueurs égales. Ces morceaux de fonte, ayant environ 18" de longueur et pesant à peu près 30 livres (1) sont destinés au four à puddler.

Minerais.

Le minerai employé à Ludwigshütte, consiste en fer oxydé rouge siliceux ou argileux, formant des filons dans le terrain de transition.

Il y a dans la charge du fourneau une grande variété de ces minerais, qu'on désigne par le nom de la mine dont ils proviennent. Le fondant est un calcaire également de transition.

Les minerais et la castine se mesurent par *bütten* (2).

Le bütten de minerai rendu à l'usine coûte, moyennement, 2 florins (3), et le butten de castine 24 kreutzer.

---

(1) La livre de Hesse-Darmstadt vaut exactement un demi-kilogramme.

(2) Le *bütten* est une mesure qui vaut 10 pieds cubes, elle se divisesen 4 *maas* de 2 $\frac{1}{2}$ pieds cubes.

(3) Ce florin est le florin du Rhin. Il se divise en 60 kreutzer, et vaut 2 f. 142; en sorte que un kreutzer vaut 0 f., 035.

Personnel.

Le personnel du haut-fourneau se compose de 7 ouvriers par 24 heures, savoir :

2 *aufgeber*, changeurs au gueulard.

2 *schmelzer*, fondeurs au creuset.

2 *stein führer*, manœuvres pour le service du gueulard.

1 *schlacken führer*, manœuvre pour l'enlèvement des laitiers.

Ce dernier ouvrier ne travaille que pendant le jour, les six autres se relèvent entre eux par postes de 12 heures.

Ces ouvriers sont payés à la semaine, et reçoivent :

	flor.	kr.
chaque *Aufgeber*	3	50
— *Schmelzer*.	3	50
— *Stein Führer*. . . .	3	00
le *Schlacken Führer*.	3	00

Les fondeurs (Schmelzer) sont en outre tenus à couler sans aucun salaire spécial, la fonte d'affinage en gueuses, à faire et à préparer la grosse moulerie en sable, dite *grober heerd güss* à raison de 6 kreutzer qu'ils reçoivent par quintal de fonte moulée.

Le charbon, presque entièrement composé de bois de hêtre, se mesure par *waag* de 10 *maas*, la maas étant de 40 pieds cubes. Son prix, qui l'an dernier était de 36 florins le waag rendu à l'usine, est descendu maintenant à 26 florins, résultat dû aux grands approvisionnements de fonte anglaise, dont sont munies les usines du pays, qui ont été forcées à obtenir cette diminution sur le prix des charbons pour pouvoir soutenir la concurrence.

La charge en charbon se compose toujours de 60 pieds cubes ou $1\frac{1}{2}$ maas, celle du lit de fu-

sion pèse 620 à 650 livres, et le fourneau en reçoit 20 à 30 par jour.

Nous allons, au reste, donner les résultats du fondage, se rapportant en partie à ceux que nous présenteront plus tard sur le travail des fours de puddlage et de mazéage au gaz.

Le haut-fourneau n° 2, dont nous allons parler, fut mis en feu le 3 mai 1841, et hors feu le 2 avril 1842.

Consommation et production du fourneau n° 2.

Pendant la quarantième semaine de fondage, du 31 janvier 1841 au 5 février 1842, voici quelles furent les consommations, et ce que le fourneau produisit.

On passa dans le fourneau en tout, pour le lit de fusion :

Minerais.	Königsberger eisenstein. . . .	138 1/7 bütten.
	Lixfelder eisenstein.	11 1/2
	Nassauer eisenstein.	40 1/3
	Schönscheid eisenstein.	81 2/3
Castine.		24

La maas de ce lit de fusion qui renfermait, comme on voit, quatre variétés de minerai, pesait 178 livres de Hesse.

La charge du lit de fusion, minerai et castine, a été constamment de 627 livres.

Et on consomma en charbon dans la même période 27 waag.

La charge de charbon était toujours de 60 pieds cubes ou 1 1/2 maas; la maas pesant 288 livres et ayant un volume de 40 pieds cubes.

En poids on a chargé :

	quint.	liv.
Minerai. . .	1419	25
Calcaire. . .	120	0
Lit de fusion.	1539	25

Le fourneau pendant ce temps donna les résultats suivants :

	quint.	liv.
(*Bruchеisen*) jets de moulerie.	439	80
(*Feiner heerd güss*) moulerie fine en sable. .	30	80
(*Platten güss*) moulage en châssis, plaques diverses.	57	51
(*Grobe poterie*) moulage en châssis, poterie commune.	12	9
(*Werkstücke*) moulage en châssis, pièces de machines.	25	27
(*Lehm güss*) moulage en argile, deux pièces.	44	95
Total de la fonte produite.	610	42

Donnons maintenant les résultats des 52 semaines de campagne du même fourneau.

La composition de fusion a été la suivante :

Minerais.	Dischtal eisenstein.	144 $\frac{2}{3}$ bütten.
	Rodheimer eisenstein.	178 $\frac{2}{3}$
	Königsberger eisenstein. . . .	6235 $\frac{2}{3}$
	Lixfelder eisenstein.	323 $\frac{2}{3}$
	Rachelshauser eisenstein. . .	342 $\frac{1}{3}$
	Pauliner eisenstein.	46 $\frac{1}{3}$
	Weiherdamm seite eisenstein.	204
	Nassauer eisenstein.	1356
	Schönscheid eisenstein.	2520
Castine.		918 $\frac{1}{3}$

La consommation en charbon de bois a été de 1252^{waag} 8 $\frac{1}{2}^{\text{maas}}$.

Durant toute cette campagne le nombre des charges passées dans le fourneau fut de 10824, et le poids total du lit fut de 66035$^{\text{quint.}}$ 66^{livres}.

Voici maintenant quelle fut la production en fonte :

		quint.	liv.
(*Massel eisen*) fonte d'affinage.		3576	80
(*Brücheisen*) jets de moulerie.		12152	24
(*Grober heerd güss*) moulerie grossière en sable.		1489	73
(*Feiner heerd güss*) moulerie fine en sable. .		2093	96
(*Verdecter heerd güss*) cette sorte de moulage se fait en deux parties, la partie supérieure est en argile et la partie inférieure en sable.		19	50
Kasten güss.	(*Platten güss*) moulage en châssis, plaques diverses.	1816	60
	(*Grobe poterie*) moulage en châssis, poterie grossière.	595	96
	(*Feine poterie*) moulage en châssis, poterie fine. . . .	14	5
	(*Werkstücke*) moulage en châssis, pièces de machines.	1694	34
	(*Lehmgüss*) moulage en argile.	166	94
	Production totale en fonte. .	23620	18

Consommation et production du fourneau n° 1.

Enfin, comme dernier exemple, nous donnerons les nombres qui se rapportent à la trente-deuxième semaine de fondage du haut-fourneau n° 1, du 12 au 18 février 1843.

On a fait en tout 189 charges, ou moyennement 27 par jour.

La charge se composait de 60 pieds cubes de charbon de bois pesant 432, et de 640 à 645 livres de minerai.

Voici quelle fut la composition du lit de fusion.

Minerais.	Schönscheid eisenstein. .	10 bütten.
	Dischtad eisenstein. . . .	12
	Königsberger eisenstein.	10 $\frac{2}{3}$
	Meim chell eisenstein. . .	7
	Kaütst eisenstein.	4
	Nassauer eisenstein. . .	28
	Elisabetha eisenstein. . .	20
Castine.		20

La maas de ce lit de fusion renfermant sept variétés de minerai, pesait 165 livres.

On a consommé en charbon de bois 28^{ves} $3\frac{1}{2}$^{mass}.

En poids le lit de fusion était de 1212$^{\text{quint.}}$ 5^{livres}.

Voici maintenant quelle fut la production du haut-fourneau durant cette même semaine.

		quint.	liv.
(*Brücheisen*) jets de moulerie		297	35
(*Grober heerd güss*) moulerie commune en sable		18	78
(*Feiner heerd güss*) moulerie fine en sable		25	99
Kasten güss.	(*Platten güss*) moulage en châssis, plaques	1	0
	(*Grober poterie*) moulage en châssis, poterie commune	65	11
	(*Feiner poterie*) moulage en châssis, poterie fine	12	38
	(*Rundöfen*) poëles circulaires et ovales	3	61
	(*Werkstücke*) pièces de machines	4	2
	Total de la fonte produite	428	24

En comparant ce résultat avec celui que nous avons donné plus haut pour le haut-fourneau n° 2, on voit qu'il est beaucoup moins avantageux, puisque pour une production moindre en fonte on a dépensé une plus grande quantité de charbon. Cela tient probablement à ce que ce fourneau ayant une production journalière moindre que celle du fourneau n° 2, la prise de gaz a dû déterminer une consommation plus grande en combustible.

Les grenailles de fonte que l'on retire des laitiers par le bocardage, et les calottes de fonte (carcas) qui restent au fond des cuillères, destinées à verser

la fonte dans les noules, sont chargées au gueulard sans addition de charbon ; ainsi pendant la semaine des 12 au 18 février 1843 on en chargea 37 q. 60 liv. dans le fourneau, ou environ 20 liv. par charge.

Dans la marche normale du fourneau, les laitiers ne sont pas assez fluides pour couler d'eux-mêmes par dessus la dame. Quand ce dernier phénomène se présente, il indique une mauvaise allure, alors les laitiers deviennent d'un vert foncé, opaques, et sont très-chargés de fer.

Les fontes qu'on produit sont grises et se moulent très-bien.

L'air lancé dans le fourneau est chauffé à la température de 180° à 200° Réaumur, température convenable pour l'allure normale; mais on peut, quand cela est nécessaire, échauffer rapidement l'air jusqu'à la température de 240° Réaumur et au delà, à l'aide de l'appareil de M. Cabrol placé à l'une des tuyères ; cet appareil sert cependant deux ou trois fois au plus par campagne.

Prise de gaz.

Dans chacun des deux hauts-fourneaux de Ludwigshütte, la prise de gaz a lieu par sept ouvertures pratiquées à la chemise du fourneau. Voir les *fig.* 1 et 2, *Pl. IX*.

Chacune des sept ouvertures présente la forme d'un trapèze, ayant 5' 7" de hauteur, 10 li. de largeur à la partie supérieure et 1' 5" à la partie inférieure.

Ces ouvertures débouchent dans un canal circulaire enveloppant la cuve du fourneau. Construite en briques réfractaires, cette couronne a 1 pied de large et 24" de hauteur, et communique avec une conduite en fonte, destinée à amener les gaz dans les appareils où ils sont utilisés.

Les ouvertures de la prise de gaz sont pratiquées à 0,40 de la hauteur totale du fourneau. A *Wasseralfingen* et à *Newjoachimsthal*, elles le sont à 0,30. On a cru devoir les conserver à cette distance à *Ludwigshütte*, parce que la consommation en charbon ne fut pas sensiblement augmentée, et qu'il n'y eut pas d'altération notable dans la marche du fourneau.

On a ainsi assez de gaz pour faire aller le four de mazéage et le four de puddlage, ou le four à réchauffer.

Appareil pour chauffer l'air.

L'air lancé dans le haut-fourneau est chauffé à la température de 180° à 200° Réaumur, dans un appareil particulier placé pour l'un des deux hauts-fourneaux, au niveau de la prise du gaz, et pour l'autre sur le sol de l'usine auprès des tuyères.

Ce fourneau est chauffé par une portion des gaz pris au haut-fourneau.

Les *fig.* 8, 9, 10 (*Pl. IX*) montrent comment cet appareil est disposé.

A sa sortie de sa machine soufflante, l'air arrive par une conduite et circule au travers de quatre systèmes, de six tuyaux; échauffé par ce trajet, il se rend par une nouvelle conduite dans le haut-fourneau. (*a*) est une caisse rectangulaire en fonte, dans laquelle arrivent par un tuyau en fonte les gaz du haut-fourneau; ils sont brûlés pour un courant d'air forcé, lancé dans le fourneau par quatre tuyères en fonte, comme l'indique le dessin. Une cheminée placée à l'extrémité du fourneau, et munie d'un registre, permet d'ajouter à ce courant d'air forcé, la force d'appel qu'elle peut produire.

La plus grande concentration de chaleur a lieu près des quatre tuyères; c'est aussi dans cette seule partie que le fourneau a été construit en briques

réfractaires; les briques ordinaires, qui revêtent le reste du fourneau, résistent très-bien à la température qui règne dans l'intérieur.

Cet appareil nous semble trop compliqué pour l'usage auquel il est destiné; il doit souvent nécessiter des réparations pour éviter les fuites de gaz, presque impossibles à empêcher avec un si grand nombre de tuyaux; l'appareil plus simple employé à Wasseralfingen lui est préférable.

Mazéage et puddlage.

Nous allons nous occuper maintenant du mazéage et puddlage de la fonte.

Construits d'après les dessins des appareils de Wasseralfingen, les fours de Ludwigshütte réalisent les conditions reconnues indispensables pour les opérations qu'on y doit effectuer.

La combustion y est produite à l'aide d'un courant d'air forcé.

On a rendu le mélange des gaz aussi intime que possible; enfin, l'air qui doit alimenter la combustion est chauffé à une haute température.

Nous allons voir comment ces conditions sont réalisées dans les appareils.

Mazéage. Description du fourneau.

Il n'y a à Ludwigshütte qu'un seul four de mazéage. Cet appareil, dit *Veissofen*, est placé sur la plate-forme du gueulard des deux hauts-fourneaux.

La *fig.* 6 de la *Pl.* IX indique la coupe de ce fourneau.

(*a*) représente une caisse rectangulaire en fonte dans laquelle arrivent les gaz du haut-fourneau; ils entrent dans le four par l'ouverture (*g*), et sont brûlés par l'air chaud lancé par sept tuyères. A sa sortie de la machine soufflante, l'air se rend dans l'appareil à air chaud placé à l'extrémité (*b*) du four de mazéage. Cet appareil se compose de deux

tuyaux quadrangulaires de 7″ sur 8″, réunis entre eux par six autres tuyaux demi-circulaires, ayant 4″ de diamètre intérieur. L'air chauffé par son passage dans cet appareil, se rend par le tuyau de fonte (*c*) dans une caisse semi-cylindrique (*d*), sur le devant de laquelle sont placées les sept tuyères.

Les tuyères sont en tôle de fer, leur section est une ellipse dont le grand axe est de 1″ ½ et le petit de 1″.

Les flammes après avoir traversé l'étroit renard (*f*) arrivent sur l'appareil à air chaud et sortent par l'ouverture (*k*), qui n'est surmontée d'aucune cheminée. Dans la marche normale du four, il se dégage peu de flammes par cette ouverture.

Dans le sens perpendiculaire à l'axe du four, une ouverture (*m*) a été pratiquée au-dessous de l'appareil à chauffer l'air. Dans cette cavité on introduit les plaques de fonte qui doivent être ensuite chargées dans le four, et elles y reçoivent un échauffement préalable. La porte de cette espèce de four à réchauffer est du reste fermée par une porte de tôle qui empêche que le four de mazéage ne se refroidisse.

La section horizontale du four de mazéage est un rectangle. Sur l'un des deux grands côtés du rectangle, vis-à-vis de la porte de travail, on avait placé, comme à Wasseralfingen, deux tuyères destinées à lancer l'air chaud sur le bain de fonte; mais maintenant on les a complétement supprimées, parce que leur action rendait la fonte trop difficile à affiner.

Résultats du mazéage.

Aujourd'hui l'opération du mazéage ne se pratique plus à Luwigshütte; la fonte prise au haut-fourneau est directement puddlée, depuis 1842;

aussi nous ne pouvons donner la description du travail du mazéage, que nous n'avons pas vu faire; mais voici les résultats de ce travail pour l'année 1841, où on le pratiqua pour la dernière fois.

Chaque opération durait de une heure et demi à deux heures, et produisait 8 à 9 quintaux de fonte mazée.

En 1841 on fit 242 fondages ou mazéages, et on passa dans le fourneau 199219 livres de fonte grise avec 2 pour 0/0 du minerai de fer que l'on traite dans le haut-fourneau; voici ce qu'on produisit :

Fonte mazée et scories.	203863
Excès.	4644
Les scories pesaient.	24375
Et on en a retiré de grenailles de fonte.	11575
Reste pour le poids des scories. . . .	12800
Si on en retranche l'excès ci-dessus.	4644
Il reste pour la perte totale en fonte.	8156

Ce qui donne un déchet de 4 pour 0/0, résultat remarquable, car, dans les forges anglaises, le mazéage donne un déchet de 8 à 10 pour 0/0. La fonte mazée obtenue était de très-bonne qualité.

Puddlage. Description du fourneau.

Les dispositions du four à puddler sont à peu près les mêmes que celles du fourneau de mazéage.

Les *fig.* 4 et 5 de la *Pl.* IX donnent deux coupes verticales et une coupe horizontale de ce fourneau.

Les gaz du haut-fourneau reçus dans la caisse quadrangulaire (*c*) pénètrent dans le four par l'ouverture (*d*), ils y sont brûlés par un courant d'air chaud lancé par sept tuyères.

L'appareil à air chaud, comme celui du weissofen, est formé de tuyaux quadrangulaires réunis entre eux par six tuyaux semi-circulaires ; l'air qui le traverse n'y arrive qu'en sortant de l'appareil à air chaud du haut-fourneau, avec une température de 180° à 200° Réaumur ; pendant ce trajet l'air est porté à la température de 300° à 350° Réaumur. De là l'air se rend par un tuyau de fonte recouvert d'argile et placé à la partie supérieure du four, dans la caisse demi-circulaire (*e*) communiquant avec les sept tuyères.

Les tuyères sont ovales ; elles ont 1‴ 1/2 de long sur 1″ de largeur ; leur inclinaison est telle que l'air qu'elles lancent vient frapper au point (*a*) à la naissance du rampant.

Voici du reste le montage de ce four à puddler.

Longueur du pont.	33″
Largeur du pont.	30″
Hauteur de la voûte au-dessus du pont.	6″ 1/2
Longueur de la sole.	68″
Pente totale du pont.	1″ 1/2
Largeur de la sole devant la porte de travail.	42″
Inclinaison totale de la plaque de fonte de la sole.	1″
Hauteur de la voûte à la clef, au-dessus de la plaque de fonte.	16″ 1/2
Flèche de la voûte.	3″
Épaisseur de la sole de fonte	3″ à 3″ 1/2
Longueur du rampant.	22″
Largeur du rampant.	30″
Hauteur du rampant.	3″
Longueur du four à réchauffer. . . .	21″
Sa largeur.	30″

L'extrémité du rampant (partie supérieure) est à 57 lignes au-dessous de la ligne horizontale passant par le point (*b*).

Comme dans le fourneau de mazéage, il y a à l'extrémité de l'axe longitudinal du four à puddler, une porte donnant entrée dans une cavité placée en dessous de l'appareil à chauffer l'air. Dans cette sorte de four à réchauffer préparateur, on place les plaques de fonte qui doivent être ensuite puddlées, et la température qu'elles reçoivent est assez élevée pour que la fusion de la fonte puisse être produite quand on laisse les plaques séjourner trop longtemps.

Pendant le puddlage, il sort par la porte de travail un jet de flamme qui empêcherait l'ouvrier de conduire son opération, si on n'avait pas eu le soin de remédier à cet inconvénient en faisant arriver un courant d'air froid par une petite tuyère qui débouche devant la porte de travail, ce qui suffit pour refouler les gaz dans l'intérieur du four.

Description du travail.

Voici quelques détails sur le travail de ce four à puddler.

Après avoir fait écouler les scories de l'opération précédente et jeté dans le fourneau, encore très-chaud, six pelletées (*schaüseln*) de scories de forge (*frischschlacke*), qu'il étend sur la sole, l'ouvrier charge la fonte.

Cette charge est de :

Fonte grise.	260 livres.
Fonte mazée.	40
Total de la fonte chargée . . .	300

La fonte grise fut placée au milieu de la tôle, et la fonte mazée fut mise entre la fonte grise et le rampant, afin qu'étant plus fusible, elle fût exposée à une chaleur moins élevée. L'ouvrier chargea ensuite neuf pelletées de scories de forge

entre la porte de travail et le pont, puis trois pelletées de battitures du marteau près du rampant; il ferma alors la porte de travail et enduisit d'argile toutes les ouvertures, afin que la flamme ne pût s'échapper nulle part du fourneau.

Pendant ce temps un autre ouvrier a chargé dans le four préparateur de réchauffage en dessous de l'appareil à chauffer l'air, les plaques de fonte que l'on doit affiner dans l'opération suivante, et qui doivent être chauffées jusqu'au blanc, puis il ferma hermétiquement avec de l'argile la porte de chargement.

29 minutes après le commencement de l'opération, il se forme sur la fonte une croûte que l'ouvrier enlève avec un ringard de 8′ 1/2 de longueur, et appelé *hacker*.

L'ouvrier cherche à égaliser, autant que possible, les surfaces en étendant cette croûte dans le fourneau, pour que la flamme puisse circuler avec facilité dans toutes les parties du four et rendre la chaleur aussi uniforme que possible. Durant cette période on a diminué les quantités d'air chaud et de gaz qu'on fait arriver dans le four.

15 minutes après, l'ouvrier recommence la même opération, et chaque fois qu'il travaille dans le four, il a soin d'ouvrir le robinet faisant arriver devant la porte de travail le courant d'air froid qui refoule les flammes dans l'intérieur du fourneau.

55 minutes après le commencement de l'opération, l'ouvrier commence pour la première fois à briser la fonte et à la mêler avec les scories qui sont devant la porte de travail. Cette opération se fait avec un ringard de 9 pieds de long, portant le nom de *brechstange*. En ce moment toute la

fonte est en fusion à l'exception d'un noyau de fonte grise pesant 20 livres environ.

15 minutes après on recommence à briser toute la masse et à détacher la fonte de la tôle. Après cinq minutes, on commence le brassage de la masse, les matières se boursouflent beaucoup, et toute la masse devient très-fluide. Le brassage continuant toujours, la matière commence à se réduire en poussière une heure vingt-cinq minutes après le commencement de l'opération.

Un quart d'heure après, la fonte commence à prendre nature. Enfin, une demi-heure après, l'ouvrier commence à former les loupes; dans l'espace de vingt-minutes, il a formé cinq loupes, qui ont été cinglées en dix minutes.

Il a fallu ainsi deux heures quarante minutes pour puddler les 300 livres de fonte chargée dans le fourneau, et on a obtenue 281 livre de fer cinglé; la perte est donc de 19 livres, ce qui correspond à un déchet de 6 $\frac{1}{3}$ pour o/o.

Voici quels ont été les résultats de la dix-septième semaine de puddlage du 10 au 18 mai 1843:

La charge se composait de :

	quint.	liv.
Fonte grise.	102	58
Fonte mazée.	45	92
Totale.	148	50

Et on a obtenu :

	quint.	liv.
En loupes cinglées. . . .	139	00
Perte totale.	9	50

Ce qui donne un déchet de 5 $\frac{1}{3}$ pour o/o.

En général le déchet moyen pour o/o est de 6 à *Ludwigshütte*. Ce résultat est moins avantageux

que ceux obtenus à Wasseralfingen, où on peut puddler des fontes grises avec un déchet de 4 pour o/o.

L'usine ne possédant pas encore de laminoirs, les lopins cinglés sont réchauffés dans des feux au charbon de bois analogues aux feux d'affinerie, et étirés ensuite au marteau. Cette seconde opération occasionne un déchet notable auquel on veut remédier en construisant à côté du marteau frontal des laminoirs à fer marchand, où l'on passera immédiatement les loupes cinglées sans avoir besoin de les réchauffer. Le fer obtenu de ces loupes est de très-bonne qualité; il se laisse très-bien étirer au marteau.

Réchauffage. Les lopins obtenus dans une mauvaise allure du four à puddler sont seuls envoyés dans un four à réchauffer placé sur le sol de l'usine à côté du four de puddlage, et qui reçoit son gaz du haut-fourneau, puis ils sont travaillés sous un marteau ordinaire.

Le four à réchauffer, appelé *schweissofen*, est entièrement semblable au four de mazéage; la *fig.* 7 de la *Pl.* IX en donne une coupe longitudinale. Ce fourneau a des dimensions plus petites que celles des fours de mazéage et de puddlage, pour qu'il puisse s'y développer une grande chaleur.

Le rampant a 17″ de long sur 3″ de haut, la sole 57″ sur 10″ et le pont 35″ sur 6″ à 6″ $\frac{1}{2}$. La pente totale de la plaque de la sole est de un pouce; celle du pont est de 2″ $\frac{1}{2}$.

La section horizontale du fourneau est un rectangle dont le petit côté est de 28″.

Les sept tuyères ont une inclinaison telle que le vent vienne frapper contre la voûte au-dessus de la naissance du rampant, en sorte que la flamme

se réfléchit ainsi sur la sole, et produit une température fort élevée.

On a donné à la sole une épaisseur très-faible, parce que la première fois qu'on construisit le four avec une sole aussi épaisse que celle du *weissofen*, elle se fondit toute entière ainsi que la plaque de fonte qui la soutenait. Actuellement, au contraire, ayant une épaisseur moins considérable et se trouvant constamment par sa partie inférieure en contact avec l'air atmosphérique, la sole résiste très-bien à la haute température à laquelle elle est exposée. On ne la recouvre nullement de scories pendant l'opération.

Voici les résultats de la huitième semaine du travail au four à réchauffer, du 8 au 17 avril 1843.

Consommation :

	quint.	liv.
Loupes cinglées. . .	147	92

Production :

	quint.	liv.
Fer marchand. . . .	100	15
Fer en cercle. . . .	6	58
Total.	107	63
Déchet total. . .	40	59

Ce qui donne un déchet de 27 pour 0/0.

Cet énorme déchet qu'a toujours présenté jusqu'ici le travail au *schweissofen*, tient aux deux circonstances, de la mauvaise qualité des loupes réchauffées et de l'étirage au marteau ordinaire. On conçoit, en effet, qu'un déchet considérable par oxydation doit avoir lieu dans ce travail au marteau, qui dure longtemps à cause de la petitesse du marteau employé.

On obtient, du reste, du fer de qualité médio-

cre, tandis que celui obtenu des loupes provenant d'une bonne allure du four à puddler est un fer dur, fort et d'excellente qualité; mais, comme nous l'avons dit, les loupes qui produisent ce dernier fer, sont réchauffées dans des feux d'affinerie au charbon de bois.

Moulage de la fonte.

Une partie de la fonte produite dans le haut-fourneau est moulée en première fusion.

On fait aussi à l'usine des moulages en seconde fusion.

On fondait d'abord la fonte dans des fours à réverbère, qui ont été abandonnés parce qu'ils occasionnaient une trop grande dépense de combustible, ensuite dans des cubilots au charbon de bois, abandonnés aussi à cause du prix élevé des charbons.

On se sert maintenant de deux cubilots au coke, et soufflés à l'air chaud; les *fig.* 15, 16, 11, 12, 13, 14 de la *Pl.* IX font connaître les coupes et élévations de ces deux appareils.

L'appareil destiné à chauffer l'air est placé dans la cheminée qui surmonte le cubilot; il est semblable à celui employé dans le four de puddlage.

Dans le grand cubilot, l'air est soufflé par deux tuyères, placées en regard l'une de l'autre, et qu'on peut placer à trois hauteurs différentes, suivant les masses de fonte que l'on doit fondre. Pour les trois hauteurs, il correspond respectivement à des volumes qui peuvent recevoir 29, 46 ou 64 quintaux de fonte.

Construits en briques réfractaires, les cubilots sont enveloppés d'une chemise en fonte.

Résultats du travail au cubilot.

Voici quels sont les résultats du travail au plus petit des deux cubilots, pour une fonte.

On a consommé trois corbeilles de charbon

de bois pour échauffer le fourneau, la corbeille pesant 32 livres, puis une corbeille de charbon de bois de 32 livres, pendant la fusion de la fonte. La consommation en coke fut de seize corbeilles pesant chacune 86 livres. On fondit avec ces quantités de combustibles 36 quintaux de fonte brute.

La production fut de 32 quintaux et 57 livres de fonte moulée y compris 5q. 40liv. de jets de moulage, ce qui donne un déchet total de 3q. 43liv. ou de 8 pour 100.

Voici maintenant quel était le prix des matériaux employés :

	florins.	kreutzer.
Le quintal de coke de la Rühr coûte. . . .	1	45
La maas ou 40liv. de charbon de bois pesant 288 livres.	4	14
Le quintal de fonte de première fusion. . .	8	30
Le salaire des deux ouvriers fondeurs pour 1 ¼ journée, était de.	1	54 ½

On lançait pendant l'opération l'air chaud par deux tuyères sous la pression de 6lig de mercure, ou un volume de 400 à 500 pieds cubes.

Nous allons donner maintenant les salaires des ouvriers mouleurs, pour les diverses espèces de moulages, et les prix des diverses sortes de fer et de fonte pour l'année 1843.

Salaire des ouvriers mouleurs.

	flor.	kreutzer. par 100 liv.
(*Grober heerd güss*) moulage en sable, ordinaire, par 100 livres.	0	6
(*Feiner heerd güss*) moulerie fine en sable.	0	15 à 20
(*Feiner heerd güss öfen*) moulerie fine en sable, poêles.	0	20

	florins.	kr.
(*Brünn Röhren*) tuyaux de conduite. . . .	0	15
(*Kasten güss*) moulage en châssis n° 1. . .	0	50
(*Kasten güss*) moulage en châssis n° 2. . .	0	57
(*Kasten güss*) moulage en châssis n° 3. . .	1	11
(*Kasten güss*) moulage en châssis n° 4. . .	1	20
(*Kasten güss*) moulage en châssis n° 5. . .	2	10
(*Werkstücke*) moulage en châssis, pièces de machines.	0	45

Prix de revient de la fonte et du fer pour 1843.

	florins. | kr. pour 100 liv. (50 kil.)	
I° *Heerd güss.* Objets moulés en sable, plaques de foyers, grilles, fourneaux carrés de paysans de diverses formes.	50	5
II° *Kasten güss.* Moulage en châssis.		
N° 1. Poêles, diables, casserôles, moules à faire des gâteaux.	9	0
N° 2. Grils et marmites avec et sans pieds, poteries diverses avec ou sans couvercle, grilles de jardins et d'escaliers.	7	42
N° 3. Toutes sortes de poêles ronds, elliptiques, rectangulaires pour l'emploi du bois, de la houille ou du lignite, chaudières, fenêtres en ogives, fers à repasser, etc.	7	20
N° 4. Grosses pièces simples, mortiers avec leurs pilons, tuyaux de conduite du poids de 20 à 100 livres, etc.	6	30
III°. *Lehm güss.* Moulage en argile	10	12
IV°. Fer produit dans les feux d'affinerie, fer en grosses barres (*Stab eisen in groberen sorten*) par 100 livres.	9	30
Eggenzink eisen huf und ringstäbe, fer destiné à la fabrication de dents de herse, ou de fers tordus, 7 à 8 barres par 100 livres.	9	45
Ring eisen, fer tordu 9 à 10 barres par 100 livres.	10	30
Fertige hemmschühe, sabots d'enrayage tout façonnés par 100 livres.	14	00
Sabots d'enrayage simplement ébauchés	10	30
Essieu alezé et poli par 100 livres.	12	45
Kleinhammer eisen, petit fer par 100 livres . .	12	00

	florins.	kr.
Schlosser eisen, fer en barres pour les serruriers 12 à 18 barres par 100 livres.	11	15
Même espèce de fer, 18 à 23 barres par 100 livres.	11	30
Même espèce de fer, 24 à 36 barres par 100 livres.	12	00

Les pièces de machines se font d'après les modèles ou les dessins qui en ont été donnés, elles se vendent de gré à gré.

Feux d'affinerie.

Les loupes cinglées provenant de la marche normale du four à puddler, réchauffées dans un foyer d'affinerie ordinaire et travaillées au marteau ne donnent pas tout le fer qu'on fabrique à Ludwigshütte. On affine aussi de la fonte dans des foyers comtois.

On a fait des essais pour employer des feux couverts, mais on fut obligé de les abandonner parce que la consommation de combustible était devenue trop considérable.

L'affinage se fait dans des feux découverts et par la méthode comtoise.

Voici quel est le montage du foyer :

Distance de la varme au contrevent.	21″ ½
Distance de la haire au laiterol.	23″
Déversement de la Varme dans le foyer.	1″
Déversement du contrevent dans le foyer.	1″
Distance de la tuyère à la haire.	95‴
Avancement de la tuyère dans le feu.	3″
Profondeur du feu sous la tuyère.	7″

La tuyère est demi-circulaire et a intérieurement 1″ de hauteur sur 1″ 3 de largeur. Son inclinaison dans le foyer est de $\frac{1}{15}$.

Une opération dure trois heures environ et se pratique sur 160 livres de fonte; l'air lancé dans le foyer est froid.

La fonte produit généralement 75 pour o/o de fer en barres, et on consomme 20 à 25 pieds cubes

de charbon par quintal de fer en barres fabriqué.

Un pareil feu d'affinerie occupe quatre ouvriers qui se relèvent deux par deux, savoir :

Un maître affineur.

Deux aides.

Un apprenti, qui ne reçoit aucun salaire.

Les ouvriers sont payés à raison de 36 kreutzer par 105 livres de fer en barres produit. Le maître et les deux aides se partagent la solde par tiers égaux, après que le maître a prélevé 2 pour 0/0 sur le tout.

L'introduction du puddlage de la fonte par les gaz du haut fourneau a produit à Ludwigshütte des résultats avantageux. D'après les résultats obtenus jusqu'ici, on a reconnu qu'en puddlant chaque année pendant neuf mois, on pouvait réaliser annuellement un bénéfice de 10,000 florins environ, sur l'ancien procédé d'affinage dans les feux d'affinerie. Les bénéfices réalisés seront plus grands encore, quand on aura construit les laminoirs pour transformer en fer marchand les lopins de fer puddlé, qu'on réchauffe dans des feux d'affinerie ordinaires, pour les étirer ensuite au petit marteau.

NOTICE GEOLOGIQUE.

Sur divers phénomènes diluviens observés dans le département de l'Ariége et quelques vallées voisines ;

Par M. ÉTIENNE DUPONT, Aspirant-ingénieur des mines.

Les phénomènes diluviens augmentent d'importance à mesure qu'on s'avance vers le nord.

Les phénomènes diluviens ont été, jusqu'à ces derniers temps, beaucoup moins étudiés dans les Pyrénées que dans les Alpes, où ils sont bien plus sensibles, bien plus fréquents. Cependant, dans un grand nombre de vallées des Pyrénées, on rencontre des blocs erratiques, des amas considérables de débris roulés, des nappes de cailloux et de gros gravier, quelques traces d'érosion sur les roches, toutes les variétés enfin des *phénomènes erratiques*. Le travail récent de M. de Collegno sur le terrain diluvien des Pyrénées françaises, a dévoilé la véritable importance de ces terrains et les particularités qui les signalent.

L'abaissement de température de l'atmosphère et le voisinage des glaciers durent jouer un rôle important à ces époques de transports et de vastes *dépôts erratiques* : la preuve, c'est qu'à mesure qu'on s'avance vers le nord, les traces de ce terrain auquel M. de Charpentier donne le nom de *terrain erratique*, acquièrent beaucoup plus d'importance. Ainsi, dans les Alpes, où la latitude moyenne est supérieure à celle des Pyrénées, où la hauteur des

montagnes est plus grande, où le massif d'une chaîne plus large et plus importante forme une sorte de région froide beaucoup plus étendue, dans les Alpes, dis-je, les traces des phénomènes erratiques sont immenses à côté de ce qu'elles sont dans les Pyrénées.

En continuant à marcher vers le nord, aux approches de la mer Baltique, on trouverait un autre *diluvium*, on verrait apparaître les blocs détachés des montagnes de la Suède et de la Finlande : le savant mémoire, fait à ce sujet par M. Durocher, ingénieur des mines, nous apprend que le diluvium du nord a bien plus d'importance encore que le diluvium alpin, sous le rapport du trajet parcouru par les blocs erratiques.

Cette différence de proportion dans les phénomènes diluviens, suivant les latitudes et suivant toutes les causes d'abaissement de température, en général, ne détruit pas l'intérêt que présente l'étude des phénomènes de ce genre parfois peu sensibles, qu'on rencontre dans les vallées des Pyrénées.

Phénomènes diluviens dans la vallée de l'Ariége.

La première inspection de la vallée de l'Ariége suffit pour montrer quel rôle important les phénomènes diluviens ont joué dans le creusement et l'élargissement de cette vallée. A Foix, à Montgaillard, à Saint-Antoine, on reconnaît que le lit actuel de l'Ariége a été creusé dans une nappe diluvienne des mieux caractérisées, qui a plus de vingt mètres de puissance en certains endroits. L'écoulement des eaux a ainsi donné naissance à une deuxième vallée dans la vallée principale.

Si l'on remonte l'Ariége, on voit au-dessus de

Tarascon plusieurs lignes de blocs erratiques parallèles au cours de la rivière, et cela aux environs de Cabannes, au-dessous de Lardut et dans les vallées affluentes, notamment dans la vallée de Bouau et Laruat, où ces blocs sont fort nombreux. La vallée de Vicdessos, qui débouche à Tarascon dans la vallée de l'Ariége, contient aussi des blocs erratiques bien caractérisés : le bloc du col de Sem notamment, qui est désigné dans le pays sous le nom de *palet de Samsam*, est isolé sur un rocher escarpé, ce qui lui donne une position hardie et pittoresque dont tous les étrangers sont frappés.

De l'influence de ces phénomènes dans le creusement et le façonnement de la vallée.

Sans doute, je ne prétends pas dire que la débâcle diluvienne a seule creusé les vallées de l'Ariége et de Vicdessos : le soulèvement granitique qui a créé le relief principal des Pyrénées, et celui des ophites et des lherzolites qui a profondément modifié ce relief, ont dû produire dans les couches des écartements, des déchirures violentes qui ont été en quelque sorte les rudiments de la vallée ; puis sont venus les phénomènes erratiques, de façon que l'écartement grossier, produit par l'action soulevante des roches cristallines, a tracé pour ainsi dire l'itinéraire par où les courants diluviens se sont créé une voie et ont ainsi, en définitive, creusé, élargi, façonné les vallées de Vicdessos et de l'Ariége. . . . .

Croisement des vallées.

En parcourant ces deux vallées où l'action diluvienne a laissé des traces manifestes, on remarque d'ordinaire un élargissement subit aux points de jonction de la vallée principale avec les vallées secondaires; cet élargissement ne se continue pas fort loin du point de jonction; il forme le plus

souvent un petit bassin en plaine plus fertile et mieux cultivé que le reste du sol, et un peu plus bas la vallée reprend une largeur peu différente de celle qu'elle avait au-dessus du point de croisement.

Une deuxième circonstance qui accompagne souvent cet élargissement en bassin des vallées de l'Ariége et de Vicdessos, aux points de jonction des vallées voisines, c'est la présence d'une roche isolée, abrupte, plus ou moins élevée, en aval du point de croisement. Tels sont les *rochers* de Foix, de Montgaillard, de Tarascon, dans la vallée de l'Ariége; ceux du Calvaire et de Montréal, dans la vallée de Vicdessos; et le rocher d'*Andorra-la-Viella*, sur le revers méridional des Pyrénées.

Explication des deux phénomènes qui accompagnent quelquefois ce croisement.

Les considérations suivantes me paraissent expliquer ces deux circonstances qui accompagnent, en plusieurs points, le croisement des vallées où les phénomènes diluviens ont eu une action puissante.

Soient A et B (voyez *Pl. X*, *fig.* 1), deux vallées qui se croisent et qui ont été creusées en partie, ou du moins profondément modifiées par des courants diluviens, comme c'est le cas des vallées qui nous occupent. Soient ao, bo, les axes de ces vallées représentant aussi les directions des courants diluviens; au point o, où a dû se faire grossièrement le choc des deux courants diluviens, on peut concevoir que par suite de l'élasticité des masses transportées, les deux courants ont modifié l'un l'autre leur direction et leur vitesse, de manière à suivre après le choc les directions initiales oc, od; ces directions

initiales *oc*, *od* dépendent de diverses circonstances et notamment de la direction et de l'intensité des courants avant le choc, de la nature des masses de transport et aussi de la consistance des parois encaissantes; puis, ces directions *oc*, *od* ont été successivement modifiées par la résistance des roches formant parois, et elles ont ainsi formé deux lignes courbes *ol*I, *on*I convergentes en un certain point I, et là les deux courants diluviens se réunissant sous un petit angle, sont restés sensiblement unis et ont continué à creuser la vallée suivant une direction inconnue IX; cette direction IX dépend surtout de la position des vides antérieurs formés par la rupture des rochers de soulèvement, et dépend aussi de la direction du courant; en un mot, le courant diluvien résultant se creusera une issue en suivant principalement la ligne de moindre résistance et obéissant en partie à sa propre direction.

Élargissement en bassin au croisement des vallées.

On voit donc qu'à partir du point *o*, la portion de terrain qui sera le plus directement, le plus violemment soumise à l'action niveleuse des deux courants diluviens, sera l'espace correspondant aux deux bandes *oeg*I et *ofh*I; de là, tendance des deux courants à l'élargissement de la vallée en forme de bassin. L'espace intérieur *olIn* sera moins soumis à la violence des courants diluviens: pourtant, comme les choses ne se passeront pas d'une manière aussi simple qu'on le dit ici, l'action érosive des courants sera encore assez puissante dans cet espace *olIn*, et s'il n'existe pas dans cet espace des roches consistantes en masse considérable, la portion de terrain *efgh* sera nivelée en entier et ne formera plus qu'un bassin en plaine en aval du

point de jonction des vallées : c'est là le cas ordinaire.

Roches à pic, au point de croisement.

Mais s'il se trouve à l'intérieur de l'espace *oIIn*, un massif de roches consistantes M, on conçoit que ce massif M étant moins violemment tourmenté que les roches voisines, pourra résister et survivre à l'action diluvienne ; c'est ce qui explique la présence de roches semblables qu'on trouve parfois aux points de croisement des vallées. Ces roches qui ont été usées sur toutes leurs faces verticales par l'action érosive des courants, sont le plus souvent à pic et offrent un aspect vraiment pittoresque.

Ces roches isolées sont fréquemment à stratification verticale ; telles sont les roches de Montréal et du Calvaire à Vicdessos : dans ce cas, on remarque souvent que les deux parois de la vallée sont formées par des couches en éventail, inclinées en sens inverse, de telle sorte que le courant diluvien a entraîné les roches inclinées voisines de ces parois ; tandis qu'il a laissé debout les roches verticales du milieu de la vallée.

Blocs erratiques de la vallée de Vicdessos.

Les phénomènes diluviens ont laissé dans l'Ariége des traces évidentes de leur action ; la présence de blocs erratiques, par exemple, est comme un témoin irrécusable de cette époque diluvienne.

Vers le haut de la vallée de Vicdessos, on rencontre quelques blocs erratiques : à l'est du bourg de ce nom, tout près du col de Sem, on voit un rocher isolé posé sur des roches à pic, et qui est désigné dans le pays sous le nom de *palet de Samsam*. Ce roc isolé, dont j'ai déjà parlé, est de nature granitique, à gros grains ; le granite dont

il est formé (voir la *fig.* 2, *Pl. X*) (1) est identique à celui qu'on trouve près des *ports* de Vicdessos sur la frontière de la Catalogne et de la vallée d'Andorre. La position de ce bloc, *sa nature différente de celle des calcaires sur lesquels il repose*, fait penser que c'est un bloc erratique venu de la haute chaîne des Pyrénées.

A peu de distance de ce bloc isolé, au-dessous du col de Sem, et sur le chemin qui conduit de Vicdessos à Sem, on aperçoit un fragment énorme de roche granitique à gros grains, qui paraît de même être un bloc erratique venu du faîte de la chaîne des Pyrénées : ce bloc a les arêtes plus vives que le précédent.

A l'est du col de Sem, au col de Lercaul, on aperçoit encore un bloc isolé qui est aussi dans une position pittoresque mais beaucoup moins hardie que celle du *palet de Samsam* : ce bloc est formé d'un granite à gros grains, comme les précédents. Une ligne tirée du col de Lercaul au col de Sem où reposent ces blocs, serait sensiblement parallèle à la direction de la vallée de Vicdessos ; aussi il est naturel de penser qu'ils ont été amenés là par la même force.

Les trois blocs dont nous venons de parler sont à plus de 200 mètres au-dessus du thalweg de la vallée de Vicdessos : il est rare de trouver dans les Pyrénées des blocs erratiques à une si grande hauteur, et il faut se reporter dans les Alpes pour

(1) La coupe de la vallée de Vicdessos, représentée *fig.* 2, à été déjà donnée avec plus de détails par M. Dufrénoy dans ses Mémoires sur la description géologique de la France.

trouver des cas pareils : pour que les blocs erratiques aient été amenés, dans les Pyrénées, à une semblable hauteur, il faut qu'à l'époque diluvienne, il y ait eu, dans ces contrées, un concours de circonstances météorologiques que l'état actuel ne saurait expliquer.

Blocs erratiques en amont de Vicdessos.

Au-dessus de Vicdessos, au débouché des vallées de Suc et de Saleix, on voit un certain nombre de blocs erratiques.

(Pour l'intelligence des observations qui suivent, voir *fig.* 3 un plan des environs de Vicdessos d'après Cassini.)

Les vallées de Suc et de Saleix débouchent dans la vallée de Vicdessos : la première, à Sauzelles, suivant la direction N.-O. à peu près; la seconde, à Aurat, suivant la direction O.-E.

Les montagnes formant l'arête de séparation de ces deux vallées secondaires s'abaissent en approchant de la vallée de Vicdessos où elles aboutissent vis-à-vis la forge catalane de la Vexauelle. Sur ces montagnes, on aperçoit quelques blocs erratiques, surtout du côté de Suc, où leur flanc est moins abrupte que du côté de Saleix.

En face de la Vexauelle, l'arête de séparation des vallées de Saleix et de Suc paraît avoir été soumise à une action érosive violente de la part des courants diluviens qui ont parcouru la haute vallée d'Auzat. Cela n'étonnera point, si l'on porte les yeux sur le plan, *fig.* 3; en effet, le courant diluvien qui descendait de la haute chaîne, à Auzat, y est parvenu sous la direction S.-N., et il a dû se briser en partie sur cette arête de séparation, pour être ensuite dévié à l'E. et parcourir la vallée de Vicdessos suivant la direction O.-S.-O.

Un grand nombre de blocs erratiques ont ainsi franchi cette arête de séparation et ont été déposés vers le débouché de la vallée de Suc. La nature granitique de ces blocs, l'aspect de leur cassure, permettent de deviner en quelque sorte la roche de laquelle ils ont été détachés, et ne laisse pas de doute sur leur origine. Près du chemin de Vicdessos, à Auzat, au-dessus de la croix qui sert de limite aux deux communes, on remarque un de ces blocs où l'on a implanté une croix de fer : ce bloc est formé d'un granite à grains moyens, empâtant du micaschiste; c'est tout à fait le granite d'Auzat; il n'a pas pu être transporté où il se trouve par l'action érosive actuelle, ainsi il a une origine évidemment diluvienne, mais il ne provient pas tout à fait des montagnes de la haute chaîne, comme les blocs du col de Sem et du col de Lercaul; aussi l'on doit remarquer que ces blocs du voisinage de la croix d'Auzat, sont déposés à une hauteur beaucoup moindre que ceux du col de Sem qui sont venus à la fois de plus loin et de plus haut.

Un autre bloc situé sur la même crête, et au dessus du précédent, se trouve, si on le compare à celui-ci, sur une ligne E.-O. qui est sensiblement parallèle à la direction de la vallée de Vicdessos en ce point; ainsi ils appartiennent tous les deux au courant qui a parcouru et dessiné en quelque sorte les contours de la vallée de Vicdessos.

Sur la rive droite de la rivière de Vicdessos, dans le voisinage de la forge de la Vexauelle, on aperçoit un véritable massif de blocs erratiques formés, comme les précédents, d'un granite à grains moyens.

Traces d'érosion violente sur les roches.

En partant de Vicdessos pour entrer dans la vallée de Suc, on rencontre au-dessus de la forge de Guilhe, des roches d'un calcaire cristallin, bordant le chemin, qui paraissent avoir été usées violemment par le transport des roches; on y distingue un large sillon dont l'origine paraît due aux phénomènes erratiques : en plusieurs points, une partie de la roche est en surplomb par suite de la présence de ce sillon.

Ce point remarquable m'a été indiqué par un géologue célèbre, M. de Charpentier, qui a bien voulu le visiter avec moi.

L'usure des roches en ce point, leur cannelure grossière me paraît être due à l'action du courant diluvien qui a déposé les blocs erratiques dont j'ai parlé tout à l'heure, blocs granitiques à grains moyens.

Quant à des stries fines analogues à celles que j'avais vues dans les Alpes, et notamment aux carrières de Fontanille près Grenoble, je n'en n'ai pas rencontré près de Vicdessos.

Sur le chemin de Vicdessos à Auzat, près de la croix qui sépare ces deux communes, on aperçoit bien quelques sillons sur la surface des couches calcaires, mais je ne pense pas que ces stries assez confuses soient dues à l'action diluvienne : en ce point, les couches sont presque verticales, elles sont peu épaisses et formées d'un calcaire schisteux; un lit d'argile mince sépare souvent ces couches; on conçoit alors que l'action érosive ordinaire des eaux pluviales ait pu déterminer à la surface divers sillons correspondants à ces lits d'argile, d'autant plus que les sillons qui existent sont

en effet parallèles aux couches et dirigés suivant la ligne de plus grande pente.

Mais si l'on ne trouve pas en ce point de stries ou de sillons qu'on puisse rapporter avec certitude à l'action erratique, on y aperçoit des traces d'usure en masse des roches, et le relief seul de cette crête de montagne qui s'abaisse et finit à la croix d'Auzat, suffit pour indiquer qu'une action érosive violente et ancienne a beaucoup contribué à lui donner son profil actuel.

Rocher isolé de Montréal.

Le rocher de Montréal, dont le sommet est couronné des ruines du château de ce nom, se trouve au débouché de la haute vallée de Goulier et Albier, dans la vallée de Vicdessos.

Le courant diluvien venu de la vallée de Goulier, dans la direction N.-S. à peu près (direction des couches du rocher de Montréal), semble avoir arrondi ce rocher et avoir creusé ou plutôt élargi, au pied du rocher, une sorte de col où est situé le hameau d'Olbier, à la séparation des calcaires et des schistes métamorphosés qui supportent la sapinière d'Olbier.

Ce rocher de Montréal a été fortement usé sur une autre face, par l'action érosive des roches qui sont venues de la vallée d'Auzat; aussi est-il beaucoup plus élevé, plus abrupte du côté d'Auzat que du côté de Gaulier.

Terrain diluvien de Saint-Antoine et Foix.

Au-dessous de Tarascon, on ne voit plus guère de blocs erratiques isolés : le terrain diluvien y est représenté par une couche de blocs de différente grosseur et arrondis pour la plupart, dans l'épaisseur de laquelle l'Ariége s'est frayé son lit; on peut observer cette sorte de couche diluvienne près de Mercus, Saint-Antoine, Foix, etc.; on y reconnaît

les granites de la Haute-Ariége et ceux de la vallée de Vicdessos, les granites d'Ax à gros grains feldspathiques, et ceux d'Auzat à grains moyens avec fragments empâtés.

Le terrain diluvien se prolonge encore au-dessous de Foix, vers Varilhes et Pamiers, puis il passe presque insensiblement au terrain d'alluvion que l'on trouve dans la basse vallée de l'Ariége et la plaine de Toulouse.

Phénomènes erratiques de la vallée d'Aulus.

En partant du village d'Erce et remontant la vallée d'Aulus, on aperçoit un terrain diluvien analogue à celui de Saint-Antoine et Mercus : les blòcs qui forment ce terrain sont trois fois plus rapprochés, au moins, des roches dont ils ont été détachés que ceux de Saint-Antoine, Mercus, Montgaillard : cela prouve que le courant diluvien était beaucoup plus violent dans la vallée de l'Ariége que dans celle d'Aulus.

Cet amas de blocs se trouve à un tournant brusque de la vallée, entre Erce et Aulus : entre ces deux villages, la vallée suit moyennement la direction N.-O., mais il y a des tournants brusques en divers points. Sur la rive gauche du torrent, bien au-dessus de cet amas, on aperçoit des blocs erratiques qui annoncent une action diluvienne puissante, quoique leur hauteur, au-dessus du thalweg de la vallée, soit moins grande que pour les blocs de Vicdessos.

Le profil du flanc gauche de la vallée sur lequel sont dispersés ces blocs erratiques paraît avoir été profondément modifié et façonné par le courant diluvien qui semble y avoir déposé ces blocs à un tournant de la vallée, par une sorte de force centrifuge.

. . . . . .

Entre le village d'Aulus et les mines de ce nom, on rencontre des amas énormes de blocs de transport : quelques-uns de ces blocs sont arrondis grossièrement, la plupart ont les arêtes vives par suite du court trajet qu'ils ont parcouru.

Blocs erratiques de la vallée de Cerdagne.

Sur le versant méridional des Pyrénées, dans la vallée de Carol et non loin du village appelé la Tour-de-Carol, on aperçoit, sur la rive gauche surtout, plusieurs lignes de blocs de transport bien caractérisées : ces blocs sont granitiques; ils sont sensiblement parallèles à la direction de la vallée.

Toutes ces lignes de blocs viennent se terminer au plateau de Puycerda.

Les courants diluviens paraissent avoir usé et arrondi les parois de la vallée qui sont peu élevées (voir *fig.* 4); il semble que la vallée toute entière, qui est peu profonde, devait être noyée en quelque sorte dans le courant diluvien, car les blocs de transport ne se trouvent pas seulement sur les flancs de la vallée de Carol, mais bien sur les arêtes de séparation de cette vallée avec les vallées voisines.

La petite vallée des Escaldes, qui débouche au plateau de Puycerda, comme la vallée de Carol, présente aussi des blocs de transports sur les flancs et sur les crêtes de ses parois.

Phénomènes diluvien dans la vallée d'Andorre.

Dans la vallée d'Andorre, il est un point de croisement où l'on peut observer les phénomènes particuliers d'élargissement dont j'ai déjà fait mention; c'est au-dessous de Las Caldes, au point de jonction de la vallée d'Encamp avec la vallée d'Urdino et la Massana.

A Andorra-la-Viella, on voit, non loin de l'église, un rocher granitique isolé qui paraît avoir éprouvé

l'action violente des courants diluviens (voir *fig*. 5).

En résumé, les phénomènes erratiques, les traces d'érosion ancienne ne sont pas aussi bien caractérisés dans cette vallée que sur le revers septentrional des Pyrénées; ce qui est en relation avec la différence de température sur ces deux points.

NOTE

Sur la fabrication et l'emploi des câbles en fil de fer.

Par M. CACARRIÉ, ingénieur des mines.

Les câbles en fil de fer ont commencé depuis peu à être employés dans les mines en France; leur usage est devenu assez commun et les applications assez nombreuses pour que l'expérience en ait fait apprécier suffisamment les avantages et les inconvénients. En général, l'infériorité de leur prix et leur plus longue durée paraissent devoir leur assurer la supériorité sur les câbles en chanvre; d'un autre côté on les regarde comme sujets à rompre subitement, sans qu'on ait pu surveiller les progrès de leur détérioration, et quelquefois, après peu de temps de service, ils ont cassé si fréquemment, se sont usés si vite qu'on a été obligé de les abandonner au bout de quelques mois. La gravité des accidents que peut causer la rupture d'un câble est telle que l'emploi des cordes en fil de fer devrait être proscrit, s'il était vrai qu'on n'eût aucun moyen de les prévenir, et l'économie du prix d'achat serait illusoire s'il arrivait souvent qu'un câble fût bientôt hors de service.

La solidité d'un câble dépend surtout de la qualité des fils de fer employés, et de la manière dont il a été fabriqué; sa durée dépend des soins apportés à sa conservation, des précautions prises pour éviter les accidents qui diminuent sa résistance. Notre but est d'indiquer quelles sont les

meilleures conditions de la fabrication des câbles en fil de fer, les précautions à prendre pour prévenir les accidents et la manière dont on peut réparer les câbles cassés ou usés en certaines parties.

Fabrication. Les premiers câbles qui aient été faits en France n'étaient formés que de fils de fer comme ceux que l'on fabriquait en Allemagne. Chaque toron était composé de quatre fils que l'on tordait soit à la main, soit au moyen d'une machine ; on avait soin de noyer les bouts de fil dans l'intérieur du toron ; de sorte que la surface ne présentait pas d'aspérités.

On tordait ensuite trois torons pour former le câble. Dans ce procédé il n'existait d'âme d'aucune sorte, soit dans l'intérieur des torons, soit entre eux. Ces câbles exigeaient des fils de fer assez fins et étaient eux-même d'une petite section. Il est en effet difficile de fabriquer sans âme un câble d'un diamètre un peu grand, bien régulier ; d'ailleurs, dans l'usage, les torons n'étant pas maintenus par l'âme se seraient pliés sous des angles aigus et les fils auraient bientôt cassé. Porportionnellement à leur section, ils présentait une surface considérable à l'oxydation, vu l'exiguïté du diamètre des fils. Ces causes de destruction rapide et la difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité, d'une bonne fabrication auraient restreint singulièrement l'usage des cordes en fil de fer, si l'on n'avait songé à introduire une âme en matière textile entre les torons. Les câbles actuellement employés ont une âme ordinairement en chanvre, et il est facile de comprendre qu'on doit à cette amélioration les services qu'ils ont déjà rendus à l'industrie.

Il est reconnu comme impossible, dans l'art de

la corderie, de fabriquer sans âme des torons contenant plus de quatre fils; en ne mettant pas d'âme entre les torons, on obtient des cordes peu régulières, surtout pour des diamètres un peu grands. Le premier avantage de l'âme serait donc de permettre la fabrication de torons formés de plus de quatre fils, et par conséquent offrant une plus grande résistance, et de câbles d'une section aussi considérable qu'on peut le désirer, bien réguliers dans toute leur étendue. Cette nécessité de la fabrication serait satisfaite par l'introduction d'une âme quelconque; l'âme en chanvre a été préférée afin de donner au câble plus de souplesse, et son adoption lui a procuré une solidité qu'il n'aurait pas eue avec une âme en fer. Il est facile de vérifier cette assertion en examinant les effets de la traction sur un câble quelconque.

Les torons forment des hélices autour de l'âme qui est rectiligne; une traction étant exercée sur le câble, le pas de l'hélice des torons s'allonge, et leur roideur engendre une force qui équilibre en partie l'effort; l'âme seule n'éprouve qu'une traction longitudinale, portant sur une longueur moindre que celle des torons; l'allongement est donc proportionnellement plus considérable pour l'âme, et la limite de l'élasticité peut être dépassée avant qu'on soit arrivé à l'effort nécessaire pour produire le même effet sur les torons. L'âme rompue, le câble peut encore présenter assez de résistance pour supporter la traction qui lui est momentanément appliquée ; mais sa solidité est détruite. Les torons n'étant plus maintenus par l'âme se rapprochent, et il se forme un étranglement au point où elle a cassé; dès qu'une flexion a lieu en cet endroit, les torons se plient sous des

angles aigus et la corde rompt bientôt. Cet effet de la rupture de l'âme, reconnu dans les cordes en chanvre, est bien plus sensible dans les câbles en fil de fer.

Pour remédier à cet inconvénient, il faut former l'âme d'une matière plus extensible que celle des torons, ne compter en rien sa résistance dans celle du câble, et ne lui attribuer d'autre usage que de maintenir l'écartement des torons et conserver la forme du cordage. Dans les câbles en chanvre, on emploie une âme en étoupe; dans les câbles en fil de fer on met une corde de chanvre. Les torons sont composés de cinq ou sept fils tordus autour d'un fil de fer un peu plus gros. L'expérience a montré qu'il n'était pas nécessaire de remplacer ce fil par une âme aussi en chanvre.

Le fil central des torons qui en forme l'axe décrit une hélice sur le cylindre formé par l'âme du câble, et chacun des fils s'enroule autour de lui; par l'effet de la traction, le pas de cette hélice s'allonge, et les torons se rapprochent de la forme rectiligne qu'il avaient dans leur fabrication. La différence de longueur entre les fils et l'âme des torons sera d'autant moindre que le pas de l'hélice sera plus long, et par conséquent qu'il y aura un plus grand nombre de fils. En donnant au fil central plus de grosseur, on peut augmenter le nombre des fils, et on donne en même temps à l'âme une plus grande résistance à l'effort qu'elle supporte. On peut donc se passer d'une âme en chanvre pour les torons; nous ajouterons même qu'il y aurait des inconvénients à donner ainsi au câble un diamètre exagéré sans augmenter sa force; il en résulterait dans la flexion une trop grande différence entre les rayons de courbure

extérieur et intérieur, et par suite une cause de déformation.

L'âme en chanvre entre les torons donne donc aux câbles en fil de fer, plus de résistance à la traction, plus de souplesse dans la flexion, et leur conserve la forme régulière essentielle à leur durée. Il est inutile d'ajouter que les fils de fer doivent être de première qualité, tournés bien également autour de l'âme dans chaque toron. Il faut éviter dans la fabrication toute torsion des éléments des fils perpendiculairement à leur axe, les flexions, les chocs, et en général tout ce qui pourrait diminuer leur ténacité.

Les câbles en usage actuellement, sont fabriqués avec des fils non recuits; si on se servait de fils recuits, il faudrait donner aux câbles une plus grande section. Comme l'expérience n'a rien appris sur la durée qu'ils pourraient avoir, il est impossible de comparer entre eux les câbles fabriqués avec les fils de fer des deux sortes.

Emploi. Les soins que demande la conservation des câbles en fil de fer exigent une scrupuleuse attention, et une surveillance assidue est nécessaire pour observer les dégradations qui pourraient causer des accidents. Le volume étant peu considérable, il est plus difficile de s'apercevoir d'une détérioration que dans un câble en chanvre; mais dans les mines, le câble passe presque tout entier devant les hommes qui reçoivent les tonnes; ils peuvent, s'ils sont attentifs, reconnaître le plus petit accident et prévenir la plupart des causes de rupture.

Le premier soin qu'on doit avoir, c'est d'éviter toute flexion trop forte, toute espèce de nœud qui dérangerait les torons de leur position et les plierait

sous un angle trop aigu. Les câbles sont ordinairement expédiés de la fabrique, roulés en botte circulaire comme les cordes en chanvre; on doit en les déployant se garder de tirer le bout libre. Le câble en fil de fer étant moins souple qu'une corde en chanvre, au lieu de se déployer, formerait un nœud et casserait bientôt en ce point. Ce qu'il y a de mieux à faire est de dévider le câble sur un tambour horizontal d'environ 1^{m} ou $1^{m},50$ de diamètre; toutes les fois que pour une opération quelconque on sera obligé de développer une certaine longueur de câble, il faudra l'enrouler sur ce tambour ou le filer tout droit et jamais le plier circulairement comme on le fait pour les cordes en chanvre, sur les bateaux, par exemple. On évitera de le laisser tomber, ou de lui faire éprouver un choc qui altérerait sa ténacité; les secousses, les tractions brusques, les frottements rudes ne lui seraient pas moins nuisibles.

Afin de le garantir de l'oxydation, ont doit le tenir toujours bien graissé, surtout si les eaux des mines sont acides; on peut se servir avec avantage de la *muciline*, préparation plus économique que la graisse et qui préserve parfaitement les fils de fer.

Réparations. Dans l'usage on veillera attentivement à l'état du câble; si on s'aperçoit qu'un fil soit rompu, on surveillera plus exactement encore cet endroit; si plusieurs fils ont cassé, il ne faudra pas hésiter à faire une épissure. Lorsqu'on aura été dans cette obligation toujours fâcheuse, on examinera souvent l'état de l'épissure, car jamais elle n'offre la même solidité que le câble; il faut la renouveler dès qu'on s'est aperçu que quelques fils ont cassé.

On a essayé de faire des épissures en réunissant

les deux bouts par un anneau de fer; ce système offre l'inconvénient de faire sortir le câble de la gorge des molettes et d'être peu solide : le mode suivant a été employé avec avantage. On décorde chaque bout du câble sur une longueur de 1^m environ ; on rapproche les deux extrémités en entrecroisant les torons, et on les serre à leur jonction (*fig.* 1, *Pl. XI*) par un anneau de fer M fermé à froid (*fig.* 2); on replie les torons sur cet anneau de fer de manière à les faire revenir sur le câble auquel ils appartiennent ; à $0^m,60$ de l'anneau M qui doit former le milieu de l'épissure, on met de chaque côté un anneau semblable E embrassant à la fois le câble et les torons repliés : on défait alors les bouts libres des torons, et on replie les fils un à un sur les anneaux E (*fig.* 4) ; à $0^m,10$ de E, on place de chaque côté un nouvel anneau G qui serre les fils contre le câble et sur lequel on les replie encore une fois. Entre G et M on met deux ou trois anneaux N pour consolider l'épissure et maintenir les torons serrés sur le câble (*fig.* 5). Cette épissure n'augmente pas beaucoup la grosseur du câble et ne détruit pas trop sa souplesse ; pourtant, comme nous l'avons dit, elle offre une résistance bien inférieure ; les fils cassent ordinairement sur l'anneau central ou ceux des extrémités ; ces endroits étant apparents, on peut s'en apercevoir de suite et refaire à temps l'épissure. Lorsque le câble a rompu par suite d'un accident fortuit, l'épissure est assez solide ; mais sa durée ne dépasse guères un mois. Si le câble a cassé par l'usure, les ruptures deviennent fréquentes, et il vaut mieux l'abandonner que courir le risque d'un accident.

Le point où un câble en bon état offre le moins

de solidité est l'attache qui joint son extrémité à la chaîne des tonnes.

Pour faire cette attache, on recourbe le câble autour d'un anneau de fer en gorge de poulie A qui doit le recouvrir et le mettre à l'abri des frottements (*fig.* 6); le bout est détortillé, appliqué sur le câble et serré par un anneau de fer *l* fermé à froid, à environ $0^m,15$ au-dessus de A; les fils sont repliés un à un et serrés tout près de A par un anneau *m*, sur lequel on les reploie; un troisième anneau *n* les embrasse. On replie sur lui la moitié des fils; l'autre moitié est appliquée sur l'anneau *l*, et serrée au-dessus par un quatrième anneau *p*, à $0^m,20$ de A, sur lequel on replie le reste des fils (*fig.* 8).

Ce système empêche le glissement du bout du câble; les fils paraissent sur les anneaux où l'on peut observer facilement leur état. Une attache de ce genre, lorsqu'elle est bien faite, dure un an, elle exige une longueur de câble d'environ $0^m,80$.

Les câbles en fil de fer sont employés plus avantageusement avec des tambours à axe horizontal; on peut cependant s'en servir avec des tambours verticaux en évitant que le câble puisse glisser le long du cylindre sur lequel il est enroulé.

Les molettes doivent avoir un diamètre assez grand, environ 2^m; si elles sont en fonte, on doit les garnir en bois ou en chanvre, car le câble s'userait bientôt s'il touchait le métal dans la gorge de la molette. Pour placer une garniture en bois, on donne à la molette en la fondant une gorge assez profonde, et portant des coches comme la circonférence d'une roue d'engrenage à dents de bois; on chasse dans ces coches des coins de bois,

et l'on remplit les intervalles que laissent ceux-ci par des morceaux de bois semblables. La gorge présente ainsi une garniture de bois dont les fibres sont normales à la circonférence, ce qui rend leur usure plus difficile. Le plus souvent on se contente de garnir le fond de la gorge avec de vieux cordages, et ce moyen très-simple est suffisant, mais exige un entretien presque journalier.

Le câble, à l'extrémité qui descend dans le puits, doit porter une chaîne d'au moins 3 à 4ᵐ, afin que jamais il ne puisse être plié à l'accrochage ou dans le puisard. Cette chaîne doit avoir un ou plusieurs anneaux A, pouvant s'ouvrir à volonté (*fig.* 9); la vis *v* a la grosseur des maillons de la chaîne, elle est taraudée en *e* seulement. Lorsque par suite de réparations on a diminué la longueur du câble, on ouvre l'anneau et on ajoute un bout de chaîne. Après plusieurs réparations on lâche un tour de câble sur le tambour, et on ne laisse à la chaîne que sa longueur première. Pour que cette opération puisse se faire commodément, le tambour doit être formé de deux pièces pouvant tourner indépendamment l'une de l'autre.

L'expérience a montré qu'en prenant les précautions que nous venons d'indiquer, un câble de bonne qualité dure plus de deux ans, sans autres réparations que le renouvellement des attaches. Partout, au contraire, où les câbles en fil de fer ont été négligés, leur durée a été très-courte, les accidents imprévus et fréquents. La possibilité d'une surveillance active, les soins que l'on peut attendre de l'intelligence ou du zèle des ouvriers, la facilité des moyens de réparation doivent donc décider le choix des deux espèces de cordes; car si

les câbles en fil de fer sont très-avantageux entre les mains d'hommes attentifs et soigneux, leur emploi offre des dangers et plus de dépenses s'il est confié à la négligence et à la maladresse.

NOTICE

Sur les recherches faites en Allemagne, touchant la production des gaz combustibles et leur emploi dans la métallurgie du fer (1).

Par M. L. P. DEBETTE, élève-Ingénieur des mines.

La rareté toujours croissante des combustibles végétaux, ainsi que l'abaissement progressif et rapide du prix de vente des fers, sur le continent, surtout depuis une quinzaine d'années, ont dû nécessairement porter l'attention des métallurgistes à la recherche de tous les moyens propres à réduire, autant que possible, la quantité du combustible jusqu'ici employée pour produire une quantité donnée de fer marchand.

C'est sous ce point de vue qu'il faut considérer les recherches entreprises il y a quelques années à *Wasseralfingen*, par M. *Faber du Faur*, à la suite desquelles il parvint à utiliser les gaz combustibles qui se dégagent des hauts-fourneaux, et à les employer à la conversion de la fonte en fer marchand. Mais ce procédé, malgré les nombreux perfectionnements qu'il a reçus, est loin d'être applicable dans tous les cas, et présente en outre le grave inconvénient d'être subordonné à l'allure du haut-fourneau, qu'il rend plus incertaine et plus difficile à diriger.

Du reste, ces recherches firent voir que le

(1) Extrait d'un mémoire déposé le 5 janvier 1844 à la bibliothèque de l'Ecole royale des mines sous le n° 319.

puddlage au gaz donnait des résultats bien supérieurs à ceux obtenus jusqu'alors, tant sous le rapport du déchet des matières premières, que sous celui de la qualité des produits obtenus, et que, d'un autre côté, il était beaucoup plus facile de régler à volonté la conduite du feu, tout en obtenant une combustion tellement complète, que des cheminées de un à deux mètres seulement de hauteur ne laissaient échapper ni flamme ni fumée.

Il était donc probable que l'on trouverait de grands avantages sous tous les rapports, si, au lieu d'employer directement les combustibles, soit végétaux, soit minéraux, comme on l'avait fait jusqu'alors, on les transformait préalablement en gaz combustibles dans des générateurs particuliers appropriés à cet usage, d'autant plus que l'on pourrait par ce moyen utiliser des combustibles de peu de valeur, et qui jusqu'à ce moment n'avait pu trouver d'emploi dans l'industrie métallurgique.

Les résultats remarquables obtenus sous ce nouveau point de vue, par M. *Ebelmen*, en 1841 1842 et 1843, à l'usine d'Audincourt, ont excité au plus haut degré l'attention des métallurgistes et des industriels, et leur ont ouvert une vaste carrière, qui sera, nous n'en doutons pas, féconde en succès, et qui promet par la suite, de donner un nouvel essor à notre industrie métallurgique. Comme historique de ces procédés encore peu répandus, et comme complément des beaux travaux de M. Ebelmen, nous pensons qu'il ne sera pas sans intérêt de faire connaître ici les résultats des diverses recherches, concernant le même sujet, exécutées en Allemagne, et qu'un

séjour de plusieurs mois dans ce pays, à la fin de 1843, nous a permis de recueillir.

Nous diviserons cette notice en trois paragraphes, dans lesquels nous parlerons successivement :

§ I. Du mazéage de la fonte au moyen des gaz combustibles, tel qu'il est pratiqué à l'usine royale de Kœnigshütte, dans la haute Silésie.

§ II. Des essais de puddlage au moyen des gaz combustibles, exécutés à l'usine impériale de Saint-Stéphan, près Kraubat, en Styrie.

§ III. D'une note très-concise de M. Bischof, directeur de l'usine à fer de Lauchhammer, sur la production et l'emploi des gaz combustibles, extraite des archives de Karsten, et que nous avons jugé convenable de traduire et d'insérer ici, quoiqu'elle soit très-incomplète, afin de pouvoir présenter un ensemble complet de l'état de cette question en Allemagne.

Enfin, dans le § IV et dernier, nous résumerons en quelques mots ce que nous aurons détaillé dans les paragraphes précédents, en en tirant quelques conclusions sur l'essor à venir de ces nouveaux procédés.

§ I. *Du mazéage de la fonte au moyen des gaz combustibles, tel qu'il est pratiqué dans la haute Silésie à l'usine royale de Kœnigshütte.*

Impossibilité d'employer ici le procédé de Wasseralfingen.

La nature des minerais que l'on traite dans la plupart des usines à fer de la haute Silésie s'oppose complétement à ce que l'on puisse y employer les procédés de M. Fabre du Faur, tant, parce qu'ils sont en partie à l'état de véritable fa-

rine, ce qui rend l'allure des fourneaux très-difficile à diriger, et fait souvent varier la production journalière du simple au double dans le courant de la même semaine, que par suite de la forte proportion de zinc qu'ils renferment, et dont la présence donne lieu à la formation d'une quantité considérable de cadmies, dont le dépôt obstruerait à chaque instant les canaux de prise des gaz.

Raisons qui ont déterminé à employer le procédé actuel.

Cependant le faible déchet obtenu dans l'opération du mazéage, par l'emploi de l'oxyde de carbone comme combustible, déchet qui, d'après les observations faites à Wasseralfingen, sur de la fonte obtenue, il est vrai, au charbon *de bois*, ne s'élevait moyennement qu'à 2,6 p. o/o, *et que* l'on espérait même, d'après quelques *résultats*, pouvoir réduire à 1/2 et 1 p. o/o, fit penser qu'il y aurait avantage à employer ce procédé, si l'on pouvait parvenir à préparer de toutes pièces, dans un appareil particulier, les gaz combustibles nécessaires; d'autant plus que l'on pouvait employer directement à cet usage de la houille sèche à longue flamme, exploitée sur les lieux mêmes, tandis que par le procédé de mazéage dans des feux de finerie anglais, usité jusqu'alors, on se trouvait dans la nécessité d'employer du coke notablement sulfureux, dont le contact immédiat avec la fonte pendant toute la durée de l'opération ne pouvait avoir qu'une influence tout-à-fait nuisible sur la qualité du produit obtenu.

On espérait en outre en brûlant les gaz obtenus au moyen d'une quantité déterminée d'air chaud, obtenir une combustion plus complète et plus facile à régler que par les procédés ordinaires, et arriver ainsi à la réalisation d'une économie notable sur le combustible employé.

Par suite de ces diverses considérations, M. l'Hüttenmeister Eck reçut de l'administration générale des mines de Prusse l'ordre de se livrer, à l'usine royale de Kœnigshütte, à une série de recherches dont nous allons faire connaître les résultats, depuis leur origine jusqu'au milieu du mois d'octobre 1844, époque à laquelle nous avons quitté cette usine.

Essais antérieurs à notre arrivée.

On construisit, à la fin de 1841, un fourneau à réverbère destiné au mazéage de la fonte, et annexé à un générateur à gaz, avec lequel il communiquait par un canal de conduite, auquel on donna naturellement aussi peu de longueur que possible, et on se procura l'air chaud nécessaire, en faisant une prise à l'appareil de Calder qui alimente le haut-fourneau le plus rapproché du four à réverbère.

Le générateur à gaz reçut une forme à peu près prismatique, et une hauteur suffisante pour que le courant d'air forcé que l'on y faisait arriver se décomposât entièrement et se transformât en oxyde de carbone, en traversant les couches inférieures du combustible, de sorte que les couches supérieures éprouvassent seulement une sorte de distillation lente au milieu du courant gazeux qui les traversait, et fussent transformées peu à peu en coke, au fur et à mesure de leur affaissement dans le fourneau.

On introduisit d'abord le vent dans le générateur, en lui faisant traverser une grille; mais celle-ci se corrodait très-rapidement, et présentait en outre des obstructions fréquentes dues surtout à la scorification des cendres de la houille employée, ce qui rendait la production et le dégagement des gaz combustibles très-irréguliers;

On se vit donc obligé de renoncer à ce moyen, et de faire arriver par plusieurs tuyères l'air dans le générateur, qu'on ferma complétement à sa partie inférieure.

L'air chaud destiné à brûler les gaz combustibles, fut lancé dans le four de mazéage avec une pression un peu supérieure à celle que possédait l'air introduit dans le générateur à gaz. Le rapport le plus convenable à établir entre ces deux quantités d'air dépendant de la nature et de la proportion des gaz produits par la houille employée, était très-difficile à déterminer autrement que par l'expérience même.

A la suite d'un grand nombre d'essais, on reconnut qu'il fallait lancer par minute, pendant le cours du mazéage, pour un fourneau des dimensions de celui que nous décrirons ci-après, environ, dans le générateur à gaz, 8^{k},00, et pour brûler les gaz combustibles affluents dans le four de mazéage, 12^{k},50, en tout 20^{k},50 d'air chaud.

L'air chaud, destiné à brûler les gaz produits dans le générateur et venant de l'appareil de Calder, n'avait qu'une faible température de 75 à 100° centigrades. On l'introduisit d'abord par plusieurs tuyères fortement plongeantes, placées à l'extrémité du canal de conduite des gaz, et à la jonction avec la voûte du four de mazéage; mais l'on n'obtint que des jets de flamme isolés, et les gaz arrivaient au rampant, sans que la combustion fût complète; le mélange n'avait complétement lieu qu'au delà du rampant et dans la cheminée, par laquelle il s'échappait des torrents de flammes.

On dut alors renoncer à l'emploi des tuyères, et on les remplaça par une caisse en tôle, munie d'une fente longitudinale avec rebords formés de

deux fortes lames en fer battu, par laquelle l'air chaud, plongeant sous un angle de 40° environ, venait déboucher dans le four de mazéage sur toute la largeur de la sole.

La combustion des gaz devint alors aussi complète que l'on pouvait le désirer, et telle qu'en peu de temps toutes les parties du fourneau, depuis le pont jusqu'au rampant, furent portées à une forte chaleur blanche, sans qu'on pût remarquer hors de la cheminée, dont la hauteur ne dépassait pas 2 mètres, la moindre trace de flammes ou de fumées.

Le plongement donné à l'air chaud rabattit assez la flamme, pour que l'on pût porter très-rapidement la sole au blanc soudant et y fondre complétement, dans l'espace de deux heures environ, de 9 à 10 quintaux métriques de fonte très-grise, obtenue au coke dans les hauts-fourneaux de Kœnigshütte.

Mazéage sans addition.

Afin d'imprimer à la matière fondue un mouvement rotatoire destiné à en accélérer le mazéage, on plaça sur les deux parois latérales du fourneau, de petites tuyères plongeant sous un angle de 25° environ, et on eut soin, en s'en servant, de diminuer à proportion la quantité d'air lancée par la caisse en tôle, pour ne pas en injecter inutilement un excès dans le fourneau et y causer un refroidissement qui aurait pu devenir préjudiciable. Il fut facile de parvenir à déterminer la position et l'inclinaison la plus convenable à donner aux tuyères, pour imprimer à la masse ferreuse un mouvement rotatoire propre à renouveler constamment la surface du bain; malgré cela, la réaction des gaz brûlés sur le blanchîment de la fonte, ne se fit sentir que très-faiblement, quoi-

que l'épaisseur du bain métallique ne fût que de 5 centimètres environ, et que l'on eût soin de faire écouler fréquemment les scories qui se formaient à la surface, afin de permettre aux gaz de réagir en toute liberté sur la fonte.

Même en augmentant la dépense en gaz combustibles, et élevant ainsi la température développée dans l'intérieur du fourneau, au point de pouvoir y introduire sans inconvénient un excès d'air atmosphérique, l'opération du mazéage marcha toujours très-lentement; de telle sorte que la dépense en combustible surpassa de beaucoup les prévisions, et que le peu d'économie qui en résulta, par rapport à l'ancien procédé de mazéage, se trouva plus que compensé par une main-d'œuvre plus élevée, une plus grande dépense de vent et une production journalière beaucoup plus faible.

La durée totale du mazéage d'une charge de 9 quintaux métriques était moyennement de 7 heures et le déchet moyen de 11 1/2 p. 0/0, lequel toutefois était inférieur à celui donné par la même fonte dans des feux de finerie anglais, où il variait de 13 à 15 p. 0/0. Le maximum de la production hebdomadaire, pendant un travail continu de 6 jours, pouvait au plus s'élever à 17,000 kil. de fonte mazée.

La quantité de houille consommée par 100 kil. de fonte mazée obtenue, s'éleva moyennement à 74 kil.

Mazéage avec addition de minerai de fer.

On eut alors recours, pour accélérer le mazéage de la fonte, à l'addition et au brassage avec la matière fondue, d'une certaine quantité de minerai de fer hydraté, finement bocardé, dans la proportion de 4 à 5 p. 0/0 environ en poids. Le bain métallique ne tarda pas à se recouvrir d'une scorie

très-fluide à laquelle il ne fut même pas nécessaire de donner écoulement. La fonte commença bientôt à jeter des étincelles, et au bout de 1 1/2 à 2 heures, une épreuve prise dans le fourneau indiqua que l'opération était terminée.

D'après la moyenne des résultats obtenus sur plusieurs centaines de quintaux de fonte soumis à ce procédé de mazéage, la durée totale d'une charge de 900 kil. est de 3 1/2 à 4 heures; la production hebdomadaire peut s'élever à 30.000 kil. au moins de fonte mazée; le déchet sur la fonte brute, en tenant compte du métal contenu dans le minerai ajouté dans le cours de l'opération serait de 10 1/2 p. o/o, et la consommation en combustible par 100 kil. de fonte mazée obtenue serait de 49 kil.

État de l'appareil en septembre 1843.

Lorsque nous sommes arrivés à Kœnigshütte, au mois de septembre 1843, le four de mazéage au gaz alors en activité avait la forme et les dimensions indiquées dans la planche XII.

L'air chaud possédant une température de 88° centigrades et venant de l'appareil de Calder, qui alimente le haut-fourneau le plus rapproché, par le tuyau *t*, arrive dans le cylindre T, où il se ramifie; une partie de cet air se rend par les canaux *c*,*c*,*c*, dans la caisse en tôle forte *b*, d'où il est lancé par deux tuyères *d*,*d*, dans le générateur à gaz *a*; l'autre partie afflue par la conduite *f* dans le cylindre *g*, d'où elle se rend par le tube *i* dans la caisse en tôle *k*, de laquelle l'air s'introduit sous forme d'une lame plongeante dans le four de mazéage *m*.

Les tuyères *l*,*l'*, destinées à accélérer le mazéage de la fonte, viennent s'adapter à des manchons fixés sur le cylindre *g*. Des robinets placés sur les ca-

naux *c,c,c*, ainsi que sur les trois manchons qui établissent la communication entre le cylindre *gg* et les tuyaux *i,l,l'*, permettent de faire varier à volonté l'affluence de l'air dans le générateur à gaz et dans le four de mazéage.

Une grille supplémentaire *h* est destinée à élever au bassin la température de l'air chaud lancé dans le four de mazéage.

e est une ouverture pratiquée au bas du générateur ; elle est fermée pendant le travail, par un mur en briques, que l'on enlève une fois par semaine (ordinairement le dimanche pendant le chômage) pour nettoyer les parois intérieures du fourneau et enlever les scories qui s'y sont attachées.

x est la porte de chargement du générateur, et se ferme à l'aide d'une plaque en fonte *y*.

r est le rampant par lequel les gaz brûlés se rendent dans la cheminée H.

v est le canal qui amène les gaz combustibles dans le four de mazéage *m*.

p est la porte de travail.

q l'embrasure de coulée.

u une porte qui sert à observer les phénomènes qui se passent dans l'intérieur du four de mazéage, et à donner écoulement au trop plein des scories.

n, *n'*, sont des cheminées en tôle destinées à établir un fort courant d'air, tant sous la plaque de fonte qui supporte la sole que le long des parois latérales pour prévenir tout accident.

Les principales dimensions de tout l'appareil sont les suivantes :

		mèt.
Tuyères qui alimentent le générateur.	Largeur.	0,130
	Hauteur.	0,052
Distance des axes des deux tuyères.		0,261
Hauteur de l'axe des tuyères au-dessus de la sole.		0,261
Hauteur totale du générateur à gaz.		2,038
Distance entre les deux côtières.	Au sommet.	0,993
	A la sole.	1,070
Distance de la varme à la poitrine.	Au gueulard.	0,366
	Au ventre.	0,522
	A la sole.	0,444
Fente par laquelle l'air chaud est lancé dans le four de mazéage.	Largeur.	0,784
	Hauteur.	0,010
Canal de conduite des gaz dans le four de mazéage.	Largeur.	0,993
	Hauteur.	0,209
Diamètre des tuyères de mazéage.		0,026
Sole du four de mazéage.	Longueur.	2,090
	Largeur.	1,254
Rampant.	Largeur.	0,601
	Hauteur.	0,183
	Longueur.	0,183
Cheminée (section de la).	0,601 sur	0,418
Hauteur totale de la cheminée à partir du sol de l'usine.		4,624
Epaisseur de la sole en argile réfractaire.		0,078
Hauteur de la voûte du four de mazéage au-dessus de la sole en fonte, près de l'autel.		0,680
Porte de travail.	Largeur.	0,418
	Hauteur.	0,366
Flèche de la voûte du four de mazéage.		0,157
Flèche de la voûte du canal de conduite des gaz.		0,104

Personnel.

Le personnel du fourneau se composait de deux ouvriers qui étaient payés à raison de 0 fr. 12 c. par quintal métrique de fonte mazée obtenue.

Le manque d'ouvriers mettait dans la nécessité d'interrompre le roulement du fourneau pendant la nuit, ce qui, comme nous le montrerons plus tard par des nombres, augmentait notablement la consommation du combustible.

Passons maintenant à la conduite du travail.

Pression de l'air. La pression de l'air affluant soit dans le générateur à gaz soit dans le four de mazéage, était très-peu considérable et était mesurée par une hauteur de 19 à 20 millimètres de mercure.

Chargement du combustible. Le chargement de combustible dans le générateur avait lieu toutes les demi-heures environ ; à cet effet, sans arrêter la marche du fourneau, l'un des ouvriers enlève la plaque de fonte y qui ferme l'embrasure x, et jette une écuellée d'eau dans le générateur, afin d'éteindre les flammes qui se produisent aussitôt à l'entrée de cette ouverture, et qui sont immédiatement remplacées par une épaisse fumée blanchâtre en grande partie formée de vapeur d'eau. Il charge ensuite à la pelle, dans le générateur, la houille crue en fragments de toutes grosseurs ; cela fait, il remet la plaque de fonte y en place, et jette ensuite dessus une nouvelle écuellée d'eau, opération qu'il répète au besoin, lorsque dans l'intervalle de deux chargements, il arrive que quelques flammes viennent à s'échapper par les interstices qui existent entre la plaque de fonte y et les parois de l'embrasure x.

Nettoyage du générateur à gaz. Le nettoyage du générateur à gaz se fait ordinairement comme nous l'avons déjà dit, vu que le travail n'est pas continu, seulement une fois par semaine. On choisit à cet effet le dimanche de telle sorte que la houille restée dans le fourneau après la dernière coulée du samedi soir s'est à peu près entièrement consumée, et qu'on peut sans inconvénient, après avoir enlevé le mur en brique e, vider complétement le fourneau qu'il est alors facile de nettoyer. Dans le cas où il devient nécessaire de procéder à cette opération dans le

cours de la semaine, on a soin, en détruisant le mur *e* de disposer à sa partie supérieure des barres de fer qui forment une grille située un peu au-dessus des tuyères et soutiennent le charbon de terre contenu dans la cuve, tandis que l'on vide entièrement le creuset et qu'on le débarrasse des engorgements et des scories qui ont pu s'y former.

En outre, au niveau de la sole du générateur et dans le mur *e*, on a ménagé 3 petites ouvertures de 0m,013 de diamètre environ qui ne sont pas figurées dans le dessin, et qui servent à introduire trois petites barres de fer dans l'intérieur du fourneau où elles restent habituellement. De temps en temps un des ouvriers descend, et après avoir agité ces barres de fer, les retire pendant quelques instants, de sorte que le vent qui arrive dans le générateur chasse, par ces ouvertures, la presque totalité des cendres de la houille qui n'ont point été scorifiées lors de leur passage devant les tuyères.

Chargement et fusion de la fonte.

Après avoir terminé la coulée, et égalisé la sole du four de mazéage, l'ouvrier y charge 9 à 10 quintaux métriques de fonte à mazer très-grise, à très-gros grain et cassée en plaquettes, en la plaçant à cet effet sur l'extrémité d'un ringard droit terminé par une partie méplate, et qui sert à l'introduire dans le fourneau, où on la répartit ensuite d'une manière à peu près uniforme. On referme alors toutes les ouvertures du fourneau, et on l'abandonne à lui-même, en ayant soin d'observer de temps en temps la marche de l'opération, soit par l'embrasure *u*, soit en enlevant une petite plaque de fonte que l'on a posée devant l'ouverture que présente la porte *p*. Pendant ce temps les ouvriers transportent la fonte à mazer

et la houille auprès du fourneau, enlèvent les scories pour les rejeter sur les haldes, vont chercher deux tonnes d'eau toutes prêtes pour les projeter sur la coulée, apportent du magasin le minerai de fer à ajouter pendant le mazéage, et enfin brisent la fonte mazée et l'enlèvent du moule en coquille, dans lequel on l'avait coulée. Il faut en outre, dès que la fusion est un peu avancée, et dans le but de l'accélérer, briser avec un ringard pointu la croûte qui se forme sur le bain, et les matières à demi fondues qui le surmontent et les retourner.

Mazéage.

Dès que la fusion est terminée, ce qui dure 2 ou 3 heures, plus ou moins suivant la nature de la fonte, et suivant que le fourneau était plus ou moins échauffé d'avance, on procède au mazéage. A cet effet on adapte les deux tuyères *l*, *l'*, sur les manchons que porte le cylindre *gg*, et en tournant les robinets on commence à donner le vent par ces tuyères en diminuant un peu la quantité de celui qui pénètre dans le four par la caisse en tôle *k*. On atteint aisément le point le plus convenable, avec un peu d'habitude et en se guidant sur l'aspect de la flamme qu'on voit se jouer dans le fourneau.

Le minerai de fer finement bocardé est apporté près du fourneau, dans des corbeilles en osier qui en contiennent 25$^{kil.}$,7 chacune. Là on l'arrose avec de l'eau et on le retourne en tous sens jusqu'à ce qu'il en soit entièrement humecté, puis on l'introduit dans le fourneau à l'aide d'une sorte de pelle en fer, de 0^{m},30 à 0^{m},40 de long sur 0^{m},052 de large avec des rebords de la même hauteur. On en charge ainsi une corbeille que l'on brasse ensuite avec les matières fondues, en se servant à cet effet d'un ringard en fer, de 3 mètres de long,

légèrement recourbé à angle droit à son extrémité. Après une demi-heure à trois quarts d'heure, on examine l'état du bain métallique, et on juge de l'avancement du mazéage par l'éclat que jette la fonte, le mouvement de rotation dont elle est animée, et enfin, ce qui est plus décisif, en prenant au besoin une épreuve à l'aide d'une cuiller en fer armée d'un très-long manche qui sert à la manœuvrer.

D'après ces données, l'ouvrier est à même de déterminer la nouvelle quantité de minerai qu'il est encore nécessaire d'ajouter, ce qui s'exécute comme la première fois, et ainsi de suite.....

Pendant le travail dans le four, les flammes qui sortent par la porte *p*, incommodent un peu les ouvriers et les obligent à se servir de ringards d'une longueur trop considérable; il serait à propos de rabattre cette flamme dans le fourneau à l'aide d'une tuyère rasante, comme cela se pratique à Wasseralfingen, procédé qui a parfaitement réussi dans quelques essais que M. l'hüttenmeister Eck eut la complaisance de faire exécuter sur ma demande; et je crois que cette disposition sera définitivement adoptée dans les nouveaux fours de mazéage qui sont actuellement en construction à Kœnigshütte.

Il est très-rare que l'on donne écoulement aux scories par le trou de floss, à moins que la fonte à traiter ne soit très-douce (*gaar*), et n'exige par sa nature même, lors du mazéage, l'addition d'une beaucoup plus grande quantité de minerai que celle ordinairement employée, auquel cas il est nécessaire de faire écouler une partie des scories qui se forment, et qui sans cela, par suite de leur

abondance, soustrairaient complétement le bain métallique à l'action des gaz brûlés.

Coulée. Dès que l'épreuve prise dans le fourneau indique que le mazéage est complet, on procède à la coulée, qui se fait dans un moule plat, formé de plaques de fonte avec rebord, juxtaposées et préalablement humectées d'eau de chaux qui, en se desséchant, y a laissé une légère couche de chaux destinée à prévenir toute adhérence entre la fonte mazée et le moule. Aussitôt la fin de la coulée, on projette dessus les deux tonnes d'eau amenées d'avance près du four. On étonne ainsi les scories qui recouvrent la fonte mazée, de telle sorte qu'elles se laissent ensuite séparer aisément à coups de marteau.

Cela fait, on bouche le trou de coulée avec un tampon d'argile, et après avoir égalisé la sole avec un ringard, et réparé au besoin les parties du fourneau par trop endommagées, en y projetant du sable argileux réfractaire, on procède à une nouvelle charge.

Après la dernière coulée du soir, on ferme tous les robinets qui donnent issue au vent hors des cylindres T et *gg*, ainsi que toutes les ouvertures du fourneau, et on l'abandonne ensuite à lui-même jusqu'au lendemain matin.

Résultats. Le tableau suivant donnera une idée de la consommation en matières premières, de la production et de la marche du travail pendant le temps de mon séjour à Kœnigshütte.

TABLEAU DU TRAVAIL DU FOUR DE MAZÉAGE DE KOENIGSHUTTE (Haute-Silésie),

Du 27 septembre au 6 octobre 1848 inclusivement.

Date des jours.	Numéros des fondages.	Fonte grise chargée.	Minerai de fer ajouté		Houille consommée		Durée			Fonte mazée obtenue		Observations.
			en tout.	p. 100 de fonte à mazer.	en tout.	p. 100 de fonte à mazer.	de la fonte.	du mazéage.	en tout.	complétement blanche, grenue, sublamellaire.	blanc grisâtre, à grain très-fin.	
		kil.	kil.		kil.	kil.	h. min.	h. min.	h. min.	kil.	kil.	
27 septembre.	1	927,5	34,3	3,6	540	58,2	3 0	1 30	4 30	1747,6	»	Chargé 1862 kil. de fonte grise. Déchet 6,1 p. 0/0.
	2	934,5	34,3	3,6	360	38,5	3 30	1 0	4 30			
28 id.	3	925,2	34,3	3,6	630	69,1	3 0	1 30	4 30			Chargé 4738 kil. de fonte grise. Obtenu 4266k,2 de fonte mazée. Déchet 9,97 p. 0/0.
	4	719,6	34,3	4,7	450	62,4	2 0	2 45	4 45			
	5	1037,3	51,4	4,9	450	44,4	2 45	1 45	4 30	2724,2	1542,0	
29 id.	6	1028,0	105,4	10,2	720	70,0	3 30	2 30	6 0			
	7	1028,0	102,8	10,0	630	61,2	2 45	3 0	5 45			
30 id.	8	1021,0	77,1	7,5	630	61,6	2 30	2 45	5 15			La fonte mazée obtenue n'avait pas encore été pesée lors de mon départ.
	9	1030,7	77,1	7,4	690	60,8	2 45	3 0	5 45			
1er octobre.. 2 id. 3 id.	Interruption.											
4 id.	10	1086,4	51,4	4,8	720	66,2	4 0	2 0	6 0	»	»	
	11	1079,4	102,8	9,5	540	50,0	2 30	2 30	5 0			
5 id.	12	1130,8	77,1	6,8	540	47,7	3 15	2 45	6 0			
	13	1130,8	102,8	9,0	360	35,0	2 45	3 0	5 45			
6 id.	14	1233,6	102,8	8,3	630	51,0	3 15	3 30	6 45			

Remarques. Si nous consultons le tableau ci-dessus, nous voyons que :

1° La proportion du minerai de fer qu'il faut ajouter pendant le mazéage, est variable avec la nature de la fonte et croît, toutes choses égales d'ailleurs, au delà de certaines limites déterminées par les dimensions de la sole, plus rapidement que la charge en fonte; et il en est tout à fait de même de la durée du mazéage proprement dit.

2° La consommation en combustible est beaucoup plus considérable lors de la première charge du matin que pendant les suivantes, ce qui s'explique aisément par le fait du refroidissement spontané du fourneau pendant la nuit; et on voit en comparant les divers résultats obtenus, que par un roulement continu on réduirait cette consommation à 40 kil. par 100 kil. de fonte mazée obtenue, en admettant un déchet de 10 p. 0/0 sur la fonte; on réaliserait encore une très-notable économie sur la houille consommée, en diminuant la hauteur de la voûte au-dessus de la sole ainsi que celle du rampant, qui sont assurément de beaucoup trop élevées, si on les compare avec celles généralement adoptées dans les fours de mazéage, alimentés par les gaz des hauts fourneaux. On pourrait réduire la hauteur de la voûte au-dessus de la sole en fonte à $0^m,45$ ou $0^m,50$ et celle du rampant à $0^m,08$ ou $0^m,10$, en donnant à ce dernier la même largeur que la sole, ce qui aurait en outre l'avantage de faciliter la construction de la voûte, qu'il serait bon d'essayer de faire en argile réfractaire battue, comme cela se pratique dans les usines à zinc du pays, et permettrait de lui donner une flèche moins considérable. Il serait certainement avantageux d'employer les flammes

qui traversent le rampant, à porter préalablement au rouge la fonte à mazer, et ensuite à élever la température de l'air chaud destiné à brûler les gaz qui s'échappent du générateur.

3° Le déchet ne dépasse pas 10 p. o/o, tandis que dans les feux de finerie anglais à 4 tuyères, il atteignait 13 à 15 p. o/o.

4° Enfin, si d'une part il y a avantage entre certaines limites à augmenter la charge en fonte dans le but d'arriver à une économie sur le combustible; de l'autre, passé certaines limites, on augmente la durée de l'opération et par suite le prix de la main-d'œuvre et les frais généraux; de sorte qu'il y a un terme moyen à observer, dépendant des dimensions du four de mazéage et surtout de la superficie de la sole, lequel ne peut être déterminé que par une série d'expériences.

Nous ne nous arrêterons pas à calculer ici la quantité de combustible employée pour le chauffage des machines à vapeur desservant les souffleries qui alimentent l'appareil, puisque l'on est aussi obligé d'employer un courant d'air forcé dans les mazeries ordinaires; cependant il serait nécessaire d'en tenir compte s'il s'agissait du puddlage.

La fonte mazée complétement blanche, grenue, sublamellaire, s'affine un peu trop rapidement dans des fours à puddler alimentés avec la houille de Kœnigsgrübe, tout en donnant du fer de très-bonne qualité.

La fonte mazée blanc grisâtre à grains très-fins, s'affine avec plus de facilité, quoiqu'un peu plus lentement. L'affinage d'une charge de 200 kil. dure 1 3/4 à 2 heures, et le déchet est de 11 à 13 p. o/o. Les loupes obtenues, cinglées sous un marteau

frontal sont étirées sans réchauffage ultérieur, au laminoir, en barres méplates, qui doivent être coupées, assemblées en trousses et laminées encore une fois pour les convertir en rails. Ces barres qui ont un centimètre d'épaisseur, ont une telle ténacité, qu'entamées à la tranche, sur les deux côtés et sur une épaisseur de un millimètre, elles se laissent presque courber à angle droit avant de se rompre, et présentent une cassure brillante dont une partie offre l'éclat et la blancheur des fers russes et suédois.

Nouveaux fours en construction.

Deux autres fours de mazéage, de dimensions analogues, et seulement un peu plus considérables, étaient en construction à Kœnigshütte, lorsque nous avons quitté cette usine.

On se propose en outre, dans cette usine, de faire des essais comparatifs de puddlage au gaz, dans la forge à l'anglaise d'*Alvenslebenhütte* qui n'est pas encore terminée, mais rien n'est encore à l'état d'exécution.

On a également établi l'année dernière, un four de mazéage au gaz à l'usine de *Laurahütte*, entre Kœnigshütte et la frontière de Pologne, mais le peu de temps qui était à notre disposition et l'absence du directeur de l'usine, nous ont empêché d'obtenir sur ce four aucun renseignement.

§ II. *Des essais de puddlage au moyen des gaz combustibles, exécutés à l'usine impériale de Saint-Stéphan, près Kraubat, en Styrie.*

Les résultats des recherches entreprises à l'usine de Saint-Stéphan, dont la description fait l'objet de ce paragraphe, ont été recueillis par M. Tunner, directeur de l'Institut minéralur-

gique pratique, fondé à Vordernberg par Son Altesse impériale l'archiduc Stéphan, et viennent d'être insérés dans le Compte rendu de cette école, publié par ce professeur distingué. M. Alexandre Löwe, essayeur général des monnaies, à Vienne, s'est empressé, lors de notre séjour dans cette ville, de nous faire connaître ces recherches, et a eu la complaisance de nous en communiquer les résultats; nous le prions ici d'en accepter nos remercîments.

Les résultats remarquables obtenus par M. Faber du Faur, par l'emploi des gaz des hauts fourneaux, conduisirent M. le conseiller des mines de Scheuchenstuel, lors de sa nomination de vice-directeur des mines et salines du Tyrol et du Salzbourg, à son retour de Wasseralfingen au printemps de 1841, à chercher s'il était possible d'utiliser, pour la préparation des gaz combustibles, le fraisil qui se produit en quantité notable dans tous les établissements métallurgiques, et dont on se débarrassait jusqu'alors, la plupart du temps, en le jetant dans les cours d'eau.

Peu après, des essais furent entrepris dans ce but à *Imbach*, dans le Tyrol, sous la direction de M. l'ingénieur des mines Müllbauer, et à *Werfen*, dans le Salzbourg, sous la direction de M. l'ingénieur des mines Weber.

Avant la fin de ces expériences, M. de Scheuchenstuel fut envoyé en Styrie, comme directeur en chef des mines dans ce pays, et reçut en même temps du conseil aulique l'autorisation d'y donner suite aux recherches qu'il avait commencées dans le Tyrol, avec cette différence, qu'il lui fut enjoint de chercher à utiliser, pour la génération des gaz, au lieu du fraisil, les menus de l'exploitation

des lignites, que l'on trouve en abondance en Styrie, près de Fohnsdorf, Léoben, Wartberg, etc. A cet effet, on lui désigna l'usine à fer impériale de Saint-Stéphan, dirigée par M. l'ingénieur en chef C. Wagner, auquel on adjoignit pour ces essais M. l'aspirant ingénieur J. Hummel.

Première disposition des appareils. Les appareils employés dans les premiers essais, commencés le 12 octobre 1842 à Saint-Stéphan, étaient peu différents de ceux représentés dans la planche XIII, et qui leur furent substitués peu après.

L'ensemble de ces appareils comprend :

1° Le four générateur dans lequel on produit les gaz combustibles employés dans le four à puddler;

2° Le canal de conduite des gaz combustibles du générateur, dans le four à puddler;

3° L'appareil à chauffer préalablement l'air que l'on emploie pour brûler les gaz combustibles;

4° L'appareil dans lequel cette combustion s'effectue;

5° Le four à puddler.

I. *Générateur à gaz.* Ce générateur I (fig. 2) se compose de vieux cylindres en fonte assemblés entre eux, et revêtus intérieurement d'une chemise en briques réfractaires. La section intérieure est partout circulaire et a les dimensions suivantes :

	mèt.
Hauteur totale à partir de la grille *a*. . . .	0,278
Diamètre à la hauteur de la grille *a*. . . .	0,316
Diamètre au ventre *b*.	0,703
Diamètre en *c*.	0,632
Diamètre en *d*.	0,948
Hauteur du ventre *b* au-dessus de la grille *a*.	0,158

Lors des premiers essais le gueulard *d* du générateur ne débouchait pas directement dans le cylindre de prise des gaz A, mais dans un cylindre intermédiaire qui lui était intérieur, et qui avait $0^m,732$ de diamètre sur autant de hauteur. Ce cylindre, percé à sa surface de 380 trous de $0^m,20$ de diamètre, reposait sur un anneau en fonte muni de six soupapes à registres, qui devaient servir à faire passer directement les gaz combustibles, du générateur I dans le cylindre A, dans le cas d'une trop grande pression dans le générateur, ou d'une obstruction partielle des 380 ouvertures pratiquées dans le cylindre intermédiaire; on espérait ainsi pouvoir séparer des gaz, la poussière de charbon mécaniquement mélangée, qu'ils entraînent, avant de les faire arriver dans la conduite *q*, qui les conduit dans le four à puddler.

Le cylindre de prise des gaz A était recouvert par une plaque hexagonale en fonte *f*, ayant $0^m,052$ d'épaisseur et $1^m,277$ de côté, percée en son milieu d'une ouverture de $0^m,632$ de diamètre, sur laquelle était adapté le cylindre de chargement B. Cette plaque était, en outre, munie de 6 soupapes de sûreté, devant, en cas d'explosion, procurer une libre issue aux gaz produits, et entourée sur 5 de ses faces d'un manteau de plaques de fonte, destiné à protéger en ce cas les ouvriers et l'appareil lui-même contre les suites d'un tel accident.

Le cylindre de chargement B avait $1^m,163$ de haut sur $0^m,632$ de diamètre, et était pourvu de deux soupapes *h* et *i*, que l'on pouvait aisément manœuvrer du sol de l'usine, à l'aide des deux leviers *g*, *g'*.

Avant le chargement, les deux soupapes sont fermées, et l'intervalle compris entre elles, ainsi que celui existant au-dessus de la soupape supérieure *i*, sont remplis de menu charbon. Lors de la charge, on commence par ouvrir la soupape inférieure *h*, et le combustible contenu entre les deux soupapes tombe dans le générateur. On referme alors la soupape *h*, on ouvre la soupape *i*, et le charbon qui recouvrait cette dernière tombe entre les deux soupapes. Enfin, il ne reste plus qu'à fermer la soupape *i*, et à charger au-dessus du menu charbon jusqu'à l'ouverture du cylindre B.

Au-dessous de la grille *a* se trouvait un cylindre C, dans lequel était pratiqué une porte en fonte hermétiquement fermée, servant à retirer de temps à autre les matières qui avaient traversé la grille, et où débouchait du côté opposé une tuyère *k*, communiquant avec la conduite d'air principale D et munie d'un robinet régulateur *l*.

La grille *a* était partagée en deux parties mobiles autour de deux axes horizontaux, afin de pouvoir l'ouvrir entièrement dans le cas d'une obstruction complète de la partie inférieure du fourneau. Dans le cours même de l'opération, on la dégageait de temps à autre à l'aide d'une tige de fer recourbée, que l'on introduisait par une ouverture pratiquée sur le côté du cylindre C, laquelle était habituellement fermée par un tampon rodé.

Pour prévenir tout arrêt dans la marche du travail, en cas que la partie inférieure du fourneau, immédiatement au-dessus de la grille *a*, vînt à se trouver tout à fait obstruée par un amas

de matières scorifiées qu'il fût impossible au vent de traverser, on adapta au générateur, et à $0^{m},790$ au-dessus de la grille *a*, 12 petites tuyères en tôle, qui débouchaient extérieurement dans un anneau creux en fonte *m*, communiquant avec une conduite d'air *n n*, placée sur la conduite principale D.

II. *Conduite des gaz.* Le canal *q*, destiné à conduire dans le four à puddler les gaz combustibles produits par une combustion incomplète du menu charbon, avait $0^{m},211$ de diamètre intérieur, ou $312^{c.\ car.},80$ de section, et s'évasait, en *e*, de manière à atteindre un diamètre de $0^{m},395$ à son embouchure dans le cylindre A.

Dans les premiers essais, ce canal *q* se terminait à un second de même diamètre, qui conduisait directement les gaz dans le cylindre F, où ils entraient par le côté *r*. Plus tard, comme l'indique la *Pl. XIII*, le canal *q* vint déboucher dans un cylindre épurateur E, de $0^{m},395$ de large sur $1^{m},266$ de haut, séparé en deux parties par une cloison verticale *s* qui descend jusqu'à $0^{m},395$ du fond. Une ouverture, hermétiquement fermée, existante dans ce fond, permet d'enlever de temps à autre le poussier de charbon qui s'y est déposé. Le cylindre E est muni d'une soupape de sûreté et supporté par une colonne en fonte U de $1^{m},844$ de hauteur. Les gaz épurés en sortent par l'ouverture *t* pour se rendre par le tuyau V, long de $2^{m},056$, dans le système de tuyaux en fer à cheval W, servant à faire arriver les gaz aux deux extrémités du cylindre F.

III. *Appareil à chauffer l'air.* — L'appareil à chauffer l'air destiné à brûler les gaz combustibles est placé dans la cheminée H du four à puddler,

et se compose de deux parties superposées, formées chacune de deux tuyaux horizontaux et parallèles de $0^m,211$ de diamètre sur $1^m,185$ de long, réunis par 5 tuyaux courbes de $0^m,105$ de diamètre, placés dans des plans verticaux parallèles. L'air froid arrive de la conduite principale D par le canal ε, dans le tuyau ε', d'où il passe dans ε'' par les 5 tuyaux ζ. Du tuyau ε'' il passe dans ε''' par le tuyau courbe ξ, et de là par les 5 tuyaux ζ' dans ε''''. Enfin il se rend, par la conduite X, munie d'un robinet régulateur x, dans la caisse à vent G.

IV. *Appareil pour la combustion des gaz.*— Deux rainures yy, zz, hautes de $0^m,158$ et directement opposées, sont pratiquées sur toute la largeur du pont, dans le cylindre F par lequel arrivent les gaz combustibles, et qui a un diamètre intérieur de $0^m,290$. L'une de ces rainures yy sert à introduire les gaz dans le four à puddler; à l'autre zz est adaptée la pièce $\alpha\alpha$ qui en forme, pour ainsi dire, le prolongement et la relie à la caisse D. Cette pièce exactement tournée sur les rebords se ferme par le moyen d'une plaque cylindrique β à laquelle sont fixées les sept tuyères γ, de sorte que l'air ne peut passer de la caisse G dans le four à puddler sans traverser ces tuyères. Cette plaque β était assujettie à ses deux extrémités, sur des balanciers que l'on pouvait manœuvrer à l'aide de vis à écrous δ, ce qui permettait de faire varier à volonté le plongement des tuyères. Celles-ci étaient en tôle, et avaient intérieurement $0^m,026$ de diamètre à l'avant, $0^m,040$ à l'arrière et $1^m,500$ de longueur; elles étaient comprimées de manière à leur donner une forme légèrement elliptique et avançaient de $0^m,030$ à $0^m,040$ au delà de la rainure yy.

Déduction faite de l'espace occupé par les tuyères γ dans la rainure $\gamma\gamma$, il existe pour la surface d'entrée des gaz dans le four à puddler, environ 1041 centimètres carrés. La surface des 7 tuyères n'était que de 38 centimètres carrés.

La combustion des gaz s'effectuait au-dessus du pont qui avait $1^m,107$ de long, $0^m,790$ de large et une inclinaison de $4°$; la hauteur du rampant qui le recouvrait était de $0^m,118$.

V. *Du four à puddler.* — Le four à puddler était revêtu extérieurement de plaques de fonte, et la voûte et les rampants étaient seuls en briques réfractaires, comme l'indique le dessin. La plaque de sole π s'assemblait à rainures sur les plaques de fond ρ, ρ, ce qui en facilitait le remplacement, en cas qu'elle vînt à être mise hors de service. Elle était dégagée à sa partie inférieure, pour permettre à l'air de circuler librement au-dessous et en augmenter ainsi la durée. Les pièces extrêmes de la sole étaient en fonte, creuses, et on pouvait aisément les rafraîchir, soit par un filet d'eau, soit par un courant d'air déterminé par l'appel de deux petites cheminées verticales σ, σ, de $0^m,250$ de hauteur.

Les principales dimensions de ce fourneau étaient les suivantes :

Longueur de la sole.	$1^m,423$
Largeur de la sole.	$1^m,265$
Inclinaison du rampant.	18°
Hauteur de la voûte au-dessus de la plaque de sole (au milieu de la sole).	$0^m,527$
Hauteur des deux autels au-dessus de la plaque de sole.	$0^m,211$

La cheminée H du four à puddler avait $1^m,640$ de haut, et était recouverte par une plaque de

fonte, percée d'une ouverture rectangulaire de 0m,158 de large sur 0m,632 de long. Sur la hauteur de cette cheminée étaient pratiquées deux portes ; l'une λ servait à observer et à nettoyer l'appareil à air chaud ; l'autre plus grand φ, à introduire la fonte à traiter sur le fond de la cheminée, pour l'échauffer à l'avance avant de la charger sur la sole du four à puddler.

On avait en outre disposé, près de la porte de travail, et dans un plan parallèle, une tuyère méplate de 0m,026 de large sur 0m,080 de haut, communiquant avec la conduite d'air froid D, pour refouler dans l'intérieur du fourneau les flammes qui s'échappaient par cette ouverture pendant le travail, et qui auraient fortement incommodé les ouvriers.

Premier essai. 12 octobre 1842.

Le premier essai fait à St.-Stéphan, eut lieu le 12 octobre 1842. On commença par charger dans le générateur quelques pelletées de charbon de bois enflammé et le remplissant ensuite peu à peu avec du même lignite de *Fohnsdorf*. Ce menu était formé de morceaux dont le volume atteignait au plus 18 centimètres cubes, et qu'on n'avait pas séparés du poussier par le tamisage. Il était humide et impur comme celui que l'on rejette sur les haldes.

Après avoir rempli le fourneau jusqu'à la hauteur voulue, on ouvrit un peu le robinet *l* afin de laisser arriver un faible courant d'air sous la grille.

Bientôt du goudron se mit à suinter par toutes les jointures de l'appareil, et d'épaisses colonnes de vapeur d'eau et de gaz, vinrent se jouer sur la sole du four à puddler sans vouloir s'enflammer, soit à l'extrémité du rampant, soit près de la

porte de travail. Ce ne fut qu'après quelques heures de feu, et lorsque le générateur se fut suffisamment échauffé, que les gaz commencèrent à s'enflammer au rampant sans produire de détonation.

On ouvrit alors un peu le robinet x, ce qui augmenta l'intensité de la combustion, mais montra en même temps que, par suite de leur introduction d'un seul côté du cylindre F, les gaz s'enflammaient autour des deux à trois premières tuyères, tandis que les quatre à cinq autres restaient tout à fait obscures.

Après 5 à 6 heures, on était parvenu, en ouvrant davantage le robinet x, à obtenir une combustion plus complète, et à produire un flux de chaleur tel que l'intérieur du four à puddler avait atteint le rouge vif, ce qui fit espérer que l'on pouvait dès lors procéder à la fusion de la sole; cependant on ne put atteindre une température suffisante pour fondre les scories qui devaient la former; et 8 à 10 heures après la mise en feu le dégagement des gaz diminua visiblement, ce qui annonça une obstruction des trous du cylindre épurateur concentrique au cylindre A, par du goudron et du poussier de charbon. On essaya alors, mais sans succès, d'ouvrir les six soupapes à registres, mettant en communication directe le générateur et le cylindre A, parce qu'elles étaient également obstruées par un mélange de goudron et de poussier de charbon, de sorte qu'on se trouva dans la nécessité de mettre l'appareil hors feu.

Ce premier essai montra que l'on pouvait produire des gaz combustibles, à l'aide des menus lignites, mais en même temps il fit voir qu'il fallait les faire arriver par les deux extrémités du

cylindre F, afin de les répartir plus uniformément autour des tuyères γ, et d'obtenir une combustion plus complète. Il prouva en outre, qu'il était nécessaire de faire communiquer directement le générateur I avec le cylindre A. Et comme, même avec la première disposition adoptée, les gaz entraînaient mécaniquement une grande quantité de poussier de charbon, on jugea indispensable, après la suppression du cylindre à tamiser les gaz, d'établir un appareil épurateur particulier E, qui permît aux poussières de se déposer, et dont on pût les retirer de temps à autre. Ces diverses considérations conduisirent naturellement à apporter à la construction des appareils les modifications que nous avons déjà décrites et qui sont indiquées dans la *Pl. XIII*.

Deuxième essai. 27 octobre 1842.

Cela fait, on reprit les essais le 27 octobre 1842. Le générateur fut peu à peu rempli comme la première fois de lignite, jusqu'en *d*; et on fit arriver un courant d'air forcé sous la grille *a*, en ouvrant le robinet *l*. Les gaz commencèrent bientôt à se dégager avec abondance, en remplissant le four à puddler d'une fumée épaisse, qui fut longtemps sans vouloir s'enflammer, parce que le combustible employé était trop humide, et que les diverses parties de l'appareil n'avaient pas encore eu le temps de se sécher. Arrivés à l'extrémité du rampant, les gaz s'y enflammaient et l'inflammation se propageait dans l'intérieur du four, sous la forme de boules de feu qui s'éteignaient chaque fois avec une légère détonation. Ce ne fut que deux heures après la mise au feu, lorsque l'on eut renforcé le vent et que le générateur se fut notablement échauffé, que les gaz s'enflammèrent à l'ouverture du rampant qui recouvrait le pont,

en donnant lieu à une détonation assez forte à la suite de laquelle disparut toute trace de fumée. La combustion des gaz était cependant très-irrégulière, et ceux-ci tournoyaient au-dessus de la sole, sous la forme de boules elliptiques qui détonaient avec violence en s'enflammant.

Quelques instants après, on ouvrit le robinet x, et on laissa affluer une certaine quantité d'air chaud par les tuyères z, ce qui rendit la combustion plus régulière, quoiqu'elle n'en demeurât pas moins très-incomplète. On eut soin de piquer la grille a très-souvent, par le procédé que nous avons indiqué plus haut, ce qui offrait des difficultés assez grandes, parce qu'il s'échappait alors, par l'ouverture pratiquée dans le cylindre C, un jet de gaz enflammé qui incommodait fortement l'ouvrier chargé de cette opération. Malgré cela, le dégagement des gaz s'affaiblit au bout de 3 heures, au point qu'ils s'éteignirent de nouveau. On eut beau nettoyer la grille et remplir le générateur, on ne put obtenir qu'une faible flamme qui traversait le four à puddler sans pouvoir y produire une chaleur intense, ce qui fit présumer qu'il s'était formé au dessus de la grille un engorgement que le vent ne pouvait traverser. On ouvrit alors le robinet p, de manière à lancer l'air par les 12 tuyères supérieures. Il se produisit aussitôt une grande quantité de gaz qui s'enflammèrent avec facilité; la température du four à puddler s'éleva rapidement, et l'affaissement et par suite le chargement du combustible s'effectuèrent avec régularité. Les explosions se reproduisirent dans le générateur beaucoup plus rarement, mais avec d'autant plus de violence, et après 12 heures environ, le dégagement du gaz se mit à diminuer sans que l'on

eut pu obtenir une température suffisante pour faire fondre la sole en scories.

On mit de nouveau hors feu, et, après avoir vidé et nettoyé le générateur, on reprit les essais le 28 octobre. Les phénomènes observés ci-dessus se présentèrent de nouveau; le dégagement des gaz était très-irrégulier, et les explosions se renouvelaient de temps en temps, et quelquefois avec une telle force que les soupapes de sûreté *o* étaient arrachées de la plaque *f*, et qu'il s'échappait alors dans toutes les directions des courants de gaz détonants, ce qui causait un véritable danger. Comme on ne pouvait attribuer ces phénomènes qu'à la pression due à une forte colonne de combustible, qui ne permettait pas au gaz de se dégager d'une manière uniforme et déterminait à l'intérieur la formation de vides ou de poches, où ils pouvaient se rassembler en certaine quantité, on laissa descendre peu à peu le niveau du charbon dans le générateur.

A mesure que cet abaissement s'effectuait, l'intensité des explosions diminua à proportion, ainsi que le *quantum* des gaz produits; et, lorsque le niveau supérieur ne fut plus qu'à 2 à 3 pieds au-dessus des 12 tuyères, et que probablement par suite une partie de l'air vint à traverser la colonne de combustible sans être entièrement décomposée, il y eut une explosion d'une violence extrême, qui mit fin à ce troisième essai, sans qu'il eût été possible de produire ou du moins d'entretenir dans le four à puddler une chaleur constante, et suffisante pour déterminer la fusion de la fonte.

On résolut alors de vider complétement le générateur à gaz, afin de pouvoir reconnaître s'il s'y

était formé des engorgements notables, par suite d'une scorification partielle des cendres du lignite employé. Dans ce but, on ouvrit la grande porte pratiquée dans le cylindre C, ce qui donna lieu à un dégagement si considérable de gaz enflammés, qu'il s'écoula un assez long laps de temps avant que l'on pût s'en approcher. On ouvrit ensuite la grille *a*, ce qui fit tomber une grande quantité de lignite partie carbonisé, partie encore non altéré, et l'on put alors s'apercevoir qu'il s'était formé à la partie inférieure du fourneau quelques dépôts de scories, qui l'avaient probablement obstruée, au point qu'il avait été impossible au vent de la traverser.

D'après tous les phénomènes observés ci-dessus, on était en droit de conclure que :

1° La hauteur de la colonne de combustible dans le générateur à gaz, ne doit pas dépasser certaines limites, afin que les gaz inflammables qui se produisent dans les couches inférieures, puissent se dégager d'une manière uniforme, et sans acquérir une trop forte tension.

2° Cette hauteur ne doit cependant pas diminuer au point qu'une partie de l'air puisse traverser, sans éprouver de décomposition, les couches de combustible, ce qui donnerait lieu à de violentes explosions. Il est donc bon de pratiquer dans les parois du fourneau, et à peu près à la hauteur à laquelle il convient de maintenir le niveau du charbon, une ouverture fermée par un tampon rodé, par laquelle on puisse à l'aide d'une tige de fer articulée, déterminer à chaque instant la hauteur du combustible dans le générateur. Cette ouverture, dans l'appareil qui précède, avait été percée à 1^{m},423 au-dessus du niveau des 12 tuyères.

3° L'espace compris au-dessous des 12 tuyères doit être regardé comme ne servant qu'à recevoir les cendres et résidus de la combustion, que l'on en extrait au travers de la grille *a*, ce qui conduit tout naturellement à supprimer la tuyère *k*.

4° Les explosions qui ont lieu dans le générateur, s'annoncent par l'irrégularité du courant gazeux, et par une sorte de bouillonnement qui se fait entendre dans le générateur. Il faut alors fermer rapidement le robinet *p* et ouvrir le robinet *x*, afin de brûler complétement les gaz au-dessus du pont, et s'opposer ainsi à ce qu'aucune détonation ne puisse se propager dans l'intérieur du four à puddler.

5° Pour faciliter le nettoyage des 12 tuyères du générateur, on eut soin de pratiquer, suivant l'axe de chacune d'elles et dans l'anneau *m*, des ouvertures fermées par des tampons rodés, par lesquelles on pouvait procéder de temps en temps à cette opération à l'aide d'une tige en fer.

6° On peut bien charger le combustible, comme il a été décrit ci-dessus; mais dans ce cas, il est toujours prudent de fermer alors le robinet *p*, afin d'éviter toute explosion pendant le chargement.

7° On ne doit ouvrir la porte du cendrier C, que lorsque le robinet *p* est entièrement fermé, et que les soupapes de sûreté *o* sont restées ouvertes pendant un laps de temps assez long pour que les gaz renfermés dans le générateur aient pu se dégager.

29 octobre 1842. Le 29 octobre 1842, on reprit les essais en se basant sur les principes ci-dessus indiqués par l'expérience, et on obtint les résultats les plus satisfaisants. Les explosions devinrent plus rares et si faibles qu'il n'en résulta aucun danger et aucune perturbation importante dans la marche de l'opération. Le dégagement gazeux s'effectua d'une

manière uniforme, et la température du four à puddler acquit une telle intensité, que le soir du même jour on put fondre la sole en scories, et passer aussitôt après deux charges, qui se puddlèrent avec la plus grande facilité.

Depuis ce jour jusqu'au 8 novembre, on continua le travail presque sans interruption. Toute la manipulation consistait seulement aussitôt que le générateur atteignait une température convenable, à maintenir le niveau du combustible à une hauteur constante de $1^m,423$ au-dessus des 12 tuyères, ce dont on pouvait s'assurer par le procédé que nous avons indiqué plus haut.

On réglait à volonté le dégagement gazeux en tournant le robinet *p*. Les gaz combustibles passaient avec régularité du cylindre épurateur E dans le cylindre F, sans entraîner avec eux beaucoup de poussières; et il suffisait seulement d'enlever de temps en temps le dépôt qui s'était formé dans le cylindre générateur, ce qui n'occasionnait que de courtes interruptions. Il ne se produisit plus de goudron.

L'appareil à chauffer l'air était au rouge vif, et l'air y acquérait une température d'environ 350° centigrades, car des fils de zinc introduits dans la caisse à vent G, y fondaient presque instantanément.

Dans une marche normale de l'opération, il ne s'échappait ni flamme ni fumée par l'ouverture de la plaque de fonte qui recouvrait la cheminée H; et la chaleur qui était développée à la partie inférieure de cette cheminée était telle, que l'on pouvait y échauffer à l'avance très-fortement la fonte à puddler.

La sole du four à puddler fut faite avec des scories douces du puddlage, venant de la forge de

M. Mayer, près Leoben, et reçut une épaisseur de 0m,05 à 0m,08.

La charge en fonte, préalablement portée au rouge était d'abord de 112 kil., et fut plus tard portée à 140 kil. de fonte grise venant de l'usine même de Saint-Stéphan. Le peu de longueur de la sole ne permit pas de dépasser ce dernier nombre, quoique la chaleur produite eût été suffisante pour pouvoir atteindre le chiffre de 180 à 200 kil. qui compose la charge dans les fours à puddler ordinaires.

Le 29 et le 30 octobre on passa 11 charges, offrant un poids total de 1246 kil. de fonte grise, et on obtint 918kil.,5 de loupes bien puddlées. La consommation, en menu lignite cru et humide, fut de 3025 k. y compris celle nécessaire pour la mise en feu et hors feu. Il est à remarquer ici que si ces consommations paraissent très-exagérées, cela tient 1° à ce qu'une certaine quantité de fonte se perdit au travers de quelques fissures qui se produisirent dans la sole, et 2° que l'étirage des loupes dut, faute de pouvoir faire autrement, s'exécuter à l'aide de marteaux à main, ce qui augmenta beaucoup la durée de l'opération, et donna lieu à la formation de beaucoup de battitures et de fragments mal soudés, qui ne furent pas pesés et dont on ne tint pas compte dans les nombres donnés ci-dessus, de sorte que l'on ne peut en tirer aucune conclusion exacte relativement aux consommations.

Dans une bonne opération, la durée totale d'une charge ne dépassait pas une demi-heure.— Une des pièces qui recouvrait le four à puddler s'étant détachée fut de nouveau consolidée, et les tuyères y ayant été fortement attaquées furent remplacées par d'autres en tôle plus épaisse. Le

3 novembre, on put procéder de nouveau à la mise en feu, et le soir même on parvint à former la sole en scories. Le 4 novembre on passa dans le four à puddler en 16 heures de temps 1120 k. de fonte grise en 8 charges, et on obtint 849 kil. 6 en loupes bien cinglées. La consommation en combustible fut, y compris la mise en feu et celle hors feu, de 2590 kil. de menu lignite cru et humide. Après avoir remplacé la paroi en fonte adjacente au pont, qui avait été percée, on mit encore une fois l'appareil en activité en présence de M. le Gubernialrath de Ferro, directeur d'Eisenerz, et on obtint des résultats aussi satisfaisants que les jours précédents.

La possibilité d'utiliser dans la métallurgie du fer, le menu du lignite de Fohnsdorf était donc complétement démontrée. Seulement on ne pouvait établir à Saint-Stéphan même une forge au gaz, parce qu'on n'y possédait ni marteaux d'étirage, ni laminoirs, et qu'on manquait de force motrice suffisante pour en établir.

Il s'était cependant présenté dans le cours de ces expériences, quelques phénomènes dont on ne pouvait se rendre complétement raison, que l'on n'avait pu produire ou maîtriser à volonté, et qui consistaient en ce que :

1° Les gaz combustibles pénétraient souvent dans le four à puddler, sous la forme de globes qui tournoyaient sur la sole, et qui étaient ordinairement accompagnés d'explosions, qui, quoique trop faibles pour qu'il pût en résister aucun danger, n'en avaient pas moins le grave inconvénient d'introduire dans le four à puddler une petite quantité de poussier de charbon, qui retardait les progrès de l'affinage.

2° On observait quelquefois la formation d'un

gaz d'une nature toute particulière, que l'on reconnaissait à l'éclat éblouissant avec lequel il brûlait dans le four, et qui donnait lieu sur les parois à un dépôt gris bleuâtre qui se comportait avec les acides comme du cyanure de potassium (1). Ce gaz se produisait toutes les fois que le dégagement gazeux venait à diminuer dans le générateur, et paraissait porter obstacle à la combustion de l'oxyde de carbone qui l'accompagnait, car la température du four à puddler s'abaissait alors promptement. On remarqua en outre que lorsque ce phénomène arrivait peu de temps avant la formation des loupes, on se trouvait obligé d'attendre pour procéder à cette opération, qu'il se produisît de meilleurs gaz et que la température du fourneau eût repris son assiette habituelle.

3° Le dégagement gazeux commençait toujours

---

(1) Ce dépôt est probablement de la nature de certaines cadmies de hauts-fourneaux, qui, comme M. le docteur Clark en fit l'observation, il y a sept ou huit ans, à l'égard d'un haut-fourneau d'Ecosse, contiennent souvent une quantité notable de cyanure de potassium. Dans les essais de puddlage au moyen des gaz des hauts-fourneaux exécutés à Mariazell (haute Autriche), lorsqu'on souffla le fourneau avec de l'air chauffé pris à 350° centigrades, les tuyaux des gaz se remplissaient d'une quantité considérable d'un mélange de poussier de charbon et de cyanate de potasse, dont nous avons rapporté des échantillons, et cela au point d'en nécessiter le nettoyage deux ou trois fois par jour; ayant en outre percé dans la maçonnerie du même fourneau, à 2 mètres au-dessus de la sole, une ouverture d'un très-petit diamètre et inclinée du dedans en dehors, pour se procurer un courant de gaz qui, en s'enflammant à sa sortie, pût éclairer la halle de fonderie pendant la nuit, on remarqua qu'il coulait goutte à goutte le long de la voûte de ce canal, un liquide qui venait se solidifier au dehors en stalactites, dont nous avons également rapporté des échantillons, et que l'analyse a fait reconnaître pour du cyanure de potassium pur.

à diminuer 14 ou 16 heures après la mise en feu, ce qui paraît devoir être attribué à un dépôt de matières scorifiées dans l'intérieur du fourneau.

Quoique l'on dût présumer que ces difficultés seraient aisément vaincues par l'expérience aussitôt que ce procédé serait définitivement adopté dans l'industrie métallurgique, M. de Scheuchenstuel établit bientôt, par ordre de la cour Aulique, à St.-Stephan, un nouvel appareil représenté dans la *Pl. XIV* (*fig.* 1 et 2), lequel différait essentiellement, sur plusieurs points, du précédent.

Dernière disposition des appareils.

La principale modification consistait dans l'emploi de trois petits générateurs à gaz A, B, C, qui communiquaient séparément avec le cylindre épurateur D, de manière à diminuer ainsi le danger que pourraient causer les explosions. Les dimensions de ces générateurs furent calculées de telle sorte que deux d'entre eux étaient plus que suffisants pour alimenter le four à puddler; tandis que le troisième servait de four de réserve, prêt à être employé à son tour, aussitôt que le dégagement gazeux en diminuant dans l'un des générateurs en activité obligeait de le mettre hors feu afin de pouvoir le nettoyer à son aise et le mettre à son tour en réserve. De cette manière il y avait toujours deux générateurs en activité, et la courte interruption causée dans la marche de l'un d'eux par le chargement du combustible, devait à peine se faire sentir dans le four à puddler.

Pour plus grande sûreté, une disposition particulière permettait au besoin de faire arriver séparément les gaz de chaque générateur par le tuyau E dans la cheminée F, qui dépassait de 2 mètres le toit de l'usine, et par laquelle ils pouvaient s'échapper librement dans l'atmosphère. On

pouvait encore mettre le cylindre épurateur D en communication avec la cheminée F, par l'intermédiaire des tuyaux G et H, en tournant le robinet J, mais ces dispositions ne furent pas employées une seule fois, et même, dans les expériences les plus récentes, on les supprima complétement, ce qui simplifia beaucoup l'ensemble de tout l'appareil.

Les trois générateurs offraient une construction analogue à celle des fourneaux d'essai de Selfström, et recevaient le vent d'une conduite commune L; des robinets *a*, *a*, *a*, permettaient d'en régler la quantité pour chacun d'eux. Chaque générateur était muni de 16 tuyères de 0^{m},017 de diamètre, et des ouvertures correspondantes, pratiquées dans l'enveloppe extérieure et bouchées par des tampons rodés, en facilitaient l'entretien. Le couvercle du générateur se composait de deux parties *b* et *c*. L'une *c* portait le tuyau de dégagement *d* de 0^{m},158 de diamètre, qui était muni d'un robinet *e* à l'aide duquel on pouvait à volonté faire passer les gaz dans le cylindre épurateur D ou dans la cheminée F. L'autre partie *b* pouvait s'enlever lorsqu'il était nécessaire de nettoyer à fond le générateur, et portait le gueulard de 0^{m},238 de diamètre, qui se fermait avec un registre manœuvré par une tige horizontale.

L'enlèvement des poussières déposées dans le cylindre épurateur D, se fit d'abord par une simple porte, comme dans l'appareil précédent; puis ensuite au moyen d'un sac à double registre, ce qui permit de procéder à cette opération sans arrêter le courant gazeux.

Le four à puddler fut simplement réparé et la seule modification que l'on y introduisit, fut de

raccourcir le pont à une longueur de 0^m,790 au lieu de 0^m,107 qu'il avait auparavant.

Les essais recommencèrent le 13 janvier 1843 avec ce nouvel appareil.

13 janvier 1843.

On commença par mettre en feu l'un des générateurs, en y jetant d'abord quelques pelletées de charbon de bois enflammé, chargeant par dessus du menu lignite de Fohnsdorf et donnant un peu de vent. Il se produisit bientôt une grande quantité de gaz combustibles, qui s'enflammèrent promptement et sans détonation. Le chargement du menu se fit à l'aide de petites pelles en tôle, en ayant soin de fermer pendant ce temps le robinet *a* (précaution qui ne fut même pas toujours observée), sans que la petite quantité de gaz qui se dégageait alors incommodât les ouvriers. Il fut facile de maintenir les tuyères brillantes en les nettoyant de temps à autre, et de régler à volonté la quantité des gaz produits en tournant plus ou moins le robinet *a*.

S'étant ainsi convaincu de la bonne allure du premier générateur, on alluma le second, et on obtint alors une quantité de gaz si considérable, que tout l'air fourni par l'appareil à air chaud ne pouvait suffire pour les brûler complétement, ce qui obligea à ralentir la marche des générateurs, en diminuant la quantité d'air qu'ils recevaient. Le four à puddler acquit promptement une température très-élevée, ce qui permit au bout de quelques heures de former la sole en scories.

On remarqua qu'il était avantageux à l'uniformité du dégagement des gaz, de piquer avec un ringard en fer, le combustible contenu dans le générateur, immédiatement avant d'en charger une nouvelle quantite.

Ces nouvelles expériences ayant complétement

mis hors de doute la possibilité de produire sans danger, et d'une manière continue, les hautes températures nécessaires à l'affinage de la fonte, par l'emploi du menu lignite cru et non trié de Fohnsdorf, il ne restait plus pour compléter ces recherches qu'à faire l'essai des autres lignites de moindre qualité que l'on rencontre en Styrie.

Emploi du lignite de Voitsberg.

A cet effet, on mit le 20 janvier l'appareil au feu, avec du menu lignite très-argileux de Woitsberg. Il se forma beaucoup plus de scories dans les générateurs qu'avec le lignite de Fohnsdorf; néanmoins la température s'éleva assez rapidement dans le four à puddler, pour qu'au bout de cinq heures la sole en scories vint déjà à se ramollir. Par malheur, la provision de ce combustible, qui était seulement d'environ 800 kil., se trouva trop faible pour permettre de continuer les charges sans mélange. On se propose du reste de recommencer plus tard cet essai, avec une quantité plus considérable de ce lignite, quoique l'on puisse d'avance répondre du succès.

Emploi du lignite de Wartberg.

Plus tard, on essaya du menu lignite de *Wartberg*, contenant près de 50 p. 0/0 de matières terreuses; mais on ne put produire une chaleur suffisante pour fondre la sole en scories, ce qui ne doit pas du tout nous étonner, car il est évident que pour produire dans le même espace de temps la même quantité de gaz, il faut que la section des générateurs augmente en proportion de l'impureté du combustible employé.

Remarques.

Des expériences citées ci-dessus, il résulte que les générateurs construits à Saint-Stéphan avaient des dimensions plus que suffisantes pour l'emploi du menu lignite de Fohnsdorf, convenables pour l'emploi du menu lignite de Voitsberg, et trop faibles pour l'emploi du menu lignite de Wart-

berg. Il est clair, du reste, que la quantité plus ou moins grande des matières terreuses n'a aucune influence sur la qualité des gaz, et qu'on peut toujours en produire une quantité voulue dans un temps donné, en faisant varier le nombre ou les dimensions des générateurs, ainsi que la quantité d'air qu'ils reçoivent, de sorte qu'on peut utiliser par ce procédé des combustibles qui ne seraient autrement d'aucun usage.

Il n'est pas question ici des mélanges tels que les matières pyriteuses, qui peuvent altérer la qualité des gaz combustibles; cependant il paraît que, dans ce cas, leur présence aurait un effet moins fâcheux que dans les fours à puddler ordinaires, d'autant plus que l'on conçoit très-bien que l'on puisse, par le nouveau procédé, absorber les produits nuisibles, en faisant traverser aux gaz un appareil particulier approprié à cet usage, et analogue à celui que l'on emploie pour purifier les gaz d'éclairage.

Quant au déchet sur la fonte, les résultats obtenus empêchent, comme nous l'avons déjà fait remarquer, d'en tirer aucune conclusion exacte; cependant ceux obtenus à Wasseralfingen, et dans plusieurs autres usines, permettent d'affirmer d'avance que le puddlage au gaz donne lieu à un déchet beaucoup moindre que toutes les autres méthodes d'affinage.

La combustion étant beaucoup plus complète que dans les fours à réverbère ordinaires, et nécessitant l'introduction d'une quantité d'air près de deux fois moins considérable, il doit en résulter une notable économie sur le combustible, malgré la nécessité où l'on se trouve d'éloigner le générateur à gaz, lorsqu'il y a lieu à purifier ceux-ci, du four à puddler, ce qui fut vérifié par

les résultats obtenus à Saint-Stéphan, en les comparant avec ceux faits à Neuberg dans des fours ordinaires avec du lignite de Fohnsdorf en gros morceaux triés (1); en outre, il est certain que la petitesse du four à puddler, hors de proportion avec les dimensions des générateurs, ainsi que le peu de durée des expériences, durent porter la consommation en combustible beaucoup au delà de ce qu'elle serait dans un travail normal et constant. D'un autre côté, la facilité avec laquelle on peut mesurer avec exactitude les divers éléments qui caractérisent cette méthode, est on ne peut plus favorable pour la porter en peu de temps à un degré de perfection très-élevé.

Enfin la qualité du produit obtenu causa d'abord de graves inquiétudes, parce qu'une partie des premières loupes donnèrent par l'élaboration ultérieure, un fer très-cassant, ce qu'on attribuait, partie à une assez forte teneur sulfureuse du lignite employé, partie aux poussières les plus fines entraînées mécaniquement par le gaz dans le four à puddler. Mais des observations plus exactes ne tardèrent pas à faire voir que les loupes, qui, à leur sortie du four, avaient été immédiatement cinglées, de manière à en séparer toutes les scories dont elles étaient imprégnées, opération assez difficile, vu le manque d'appareils convenables, donnaient un fer d'une qualité supérieure et en tout comparable à ceux obtenus dans les feux d'affinerie au charbon de bois.

---

(1) Dans ces essais, 3505k,6 de fonte traitée passés en 19 charges, donnèrent 3258 liv. de *millbars* (loupes) cinglées au marteau frontal et étirées immédiatement après au laminoir), avec une consommation de 6568 kil. de lignite de Fohnsdorf; et 7870 de millbars donnèrent 6558 de fer en barres, une fois réchauffé, avec une consommation de 10 864 kil. de lignite de Fohnsdorf.

Transformation du four à puddler en four à réchauffer.

Le 7 avril 1843, en présence de M. le général de Thurn et d'un grand nombre d'autres propriétaires d'usines, on convertit le four à puddler en un four à réchauffer, afin de juger de l'intensité de la température que l'on pouvait produire, et les résultats furent si satisfaisants, que plusieurs des personnes présentes ont établi depuis des fours à réchauffer analogues dans leurs usines.

Les trousses chargées sur la sole étaient formées de barres de fer de 0m,052 de large sur 0m,009 d'épaisseur, et pesaient 8 à 9 kil. Le réchauffage durait d'abord 10 à 12 minutes, et plus tard lorsque le four eût acquis une chaleur plus intense, seulement 6′, et ne laissait rien à désirer. Le déchet varia entre 4 et 5 p. 0/0. La consommation en combustible s'éleva au plus à 123k. de menu lignite par heure. La température était tellement élevée dans l'intérieur du fourneau, que les briques réfractaires qui résistaient très-bien dans les fours à réchauffer ordinaires du pays, s'étaient corrodées et fondues après quelques heures de travail à un tel point, que l'on fut obligé de mettre l'appareil hors feu.

D'après quelques mesures qui furent prises alors par M. le professeur Tunner, la pression manométrique de l'air froid lancé dans les générateurs était de 0m,013 de mercure, celle de l'air chaud dans la caisse à vent était de 0m,026 de mercure, et celle des gaz combustibles de 0m,004 à 0m,007 d'eau. La température de l'air chaud dépassait 370° centigrades et celle des gaz était d'environ 310° centigrades.

§ III. *Générateur à gaz de M. Bischof* (1).

La perte énorme qu'éprouve la tourbe lors de la carbonisation ainsi que les nombreuses difficul-

(1) Communiqué à la rédaction des Archives de Kar-

tés que l'on rencontre lorsqu'on veut l'employer directement dans le travail du fer; engagèrent M. Bischof à chercher à les convertir en gaz combustibles que l'on brûlerait ensuite dans des fourneaux à reverbère par un courant d'air forcé, préalabablement porté à une haute température; tandis que les matières terreuses resteraient dans les fours générateurs.

La *Pl. XIV* (*fig.* 3) représente le générateur employé par M. Bischof.

A est une plaque de fonte légèrement déversée en dedans, et percée de 3 ouvertures de $0^m,05$ de diamètre servant à régler l'affluence de l'air sous la grille.

B, B, B, sont des ouvertures fermées par des briques, qui permettent d'observer l'état du fourneau à différentes hauteurs dans le courant de l'opération.

En D a lieu la combustion de la tourbe ou de la houille par l'air qui traverse la grille. Il n'est pas nécessaire d'employer de courant d'air forcé, lorsque le générateur à gaz est situé à un niveau inférieur à celui du four à puddler.

Les gaz obtenus par la combustion de la tourbe dans cet appareil, renferment environ 48 pour 100 de gaz combustibles, composés, suivant M. Bischof, d'oxyde de carbone et d'hydrogène protocarboné, et exigent, pour se brûler complétement, plus de deux fois leur volume d'air chaud. Une très-petite quantité de cendres sont entraînées dans le canal E qui conduit les gaz dans le four à puddler, ce qui permet de donner une faible longueur à ce canal qui, dans les expériences de

---

sten, le 3 février 1843, et inséré dans le vol. 17, page 801 d'où nous l'avons extrait.

M. Bischof, avait 5 mètres de long. Les gaz, à leur entrée dans le four à puddler, avaient une température de 100° centigrades, et l'air comburant était préalablement échauffé à 300° centigrades environ.

La porte L est solidement fermée et ne s'ouvre que de temps en temps lorsqu'il est nécessaire de nettoyer la grille.

Le chargement du générateur se fait à l'aide d'un sas à deux registres J, H. Le combustible s'échauffe préalablement en G.

La forme donnée en F au fourneau est très-essentielle, en ce que le combustible suit à peu près en s'affaissant la direction indiquée par des lignes ponctuées, et forme naturellement à la partie supérieure du générateur, un canal annulaire *x* où les gaz viennent se rassembler, et passent ensuite sans difficulté dans le canal E.

Le registre K sert à régler l'affluence des gaz dans le four à puddler, ainsi que leur production, et le tirage au travers de la grille. Il suffit de le fermer entièrement, pour que les gaz produits rebroussent chemin et éteignent le fourneau. Cet appareil est très-commode, et la charge nécessaire pour le remplir n'est point perdue, si 5 à 6 heures avant la fin du travail on cesse d'ajouter du combustible, et qu'ensuite on ferme hermétiquement toutes les ouvertures jusqu'à une nouvelle opération.

§ 4. *Conclusion.*

Ce nouveau mode d'emploi des combustibles amènera nécessairement une révolution immense dans l'industrie métallurgique, et l'on peut avec droit affirmer que le temps n'est pas éloigné où nous verrons les usines qui, comme nos feux

d'affinage au charbon de bois, possèdent une force motrice suffisante, se transformer, pour la plupart, en usines à gaz.

La principale difficulté à surmonter, comme l'on peut aisément s'en convaincre par l'ensemble de ce qui précède, consiste dans l'emploi de générateurs à gaz convenables, et surtout dans celui d'un procédé qui permette de les débarrasser facilement et sans interrompre leur marche, des matières scorifiées et des cendres qui y forment des dépôts et des engorgements. Ce problème heureusement a déjà été résolu dès l'année 1842, d'une manière aussi simple qu'ingénieuse, par M. Ebelmen, en donnant au générateur la forme d'un fourneau à cuve, et chargeant avec le combustible une petite quantité de fondants, servant à dissoudre les matières terreuses et à former un laitier bien fusible que l'on enlève par l'avant-creuset comme dans les hauts-fourneaux ordinaires.

Quant à la manière dont s'effectue la combustion des gaz par un courant d'air forcé, je me bornerai à signaler ici à l'attention des métallurgistes l'appareil employé à Kœnigshutte, lequel offre une simplicité et une durée de beaucoup supérieures à celles des appareils à tuyères, en faisant toutefois remarquer, que, comme le mélange a lieu d'une manière moins intime, il faut avoir soin de faire arriver le courant gazeux et l'air comburant, dans des directions faisant entre elles un angle très-grand, et même s'il se peut de 90°, comme M. Ebelmen l'a fait en 1842, à Audincourt, avec un appareil à tuyères.

ANALYSES

De substances minérales.

(Extraits.)

(TRAVAUX DE 1843.)

1. *Observations sur la quantité d'*ACIDE CARBONIQUE *contenu dans l'air à Paris et à Andilly près Montmorency;* par MM. Boussingault et Lary. (Ann. de Chim., t. X, p. 456 et 471.)

En déterminant simultanément la quantité d'acide carbonique contenu dans l'air pris, à Paris, au collége de France, et à Andilly, nous avons trouvé que l'air de Paris contenait sur 10,000 p. 3,190 d'acide carbonique et celui d'Andilly 2,989.
L'air de Paris contenant 100 p. d'acide carbonique, celui de la campagne n'en renferme que 94.

2. *Recherches sur la composition élémentaire des différents* BOIS, *et sur le rendement annuel d'un hectare de forêts;* par M. E. Chevandier. (Compt. rend., t. XVIII, p. 140.)

Mes expériences ont porté sur plus de 600 stères de chêne, hêtre, charme, bouleau, tremble, aulne, saule, sapin et pin, coupés pendant l'hiver dernier dans des terrains de grès vosgien, grès bigarré et muschelkalk, et dans toutes les circonstances d'exposition ou de sol que me présentaient 4,000 hectares de bois dont la direction m'est confiée. Les calculs portent sur le rendement moyen annuel de périodes variant de 25 à 80 ans et comprennent environ 15.000 hectares, situés à partir

du Donon sur le versant occidental des Vosges. En résumé voici les conclusions de mon travail :

1° Le produit moyen annuel de deux futaies de hêtre, situées dans le grès bigarré, est d'environ 9 stères de bois par hectare.

2° Le poids moyen du bois sec produit par hectare dans ces forêts est de 230.000 kil. par année.

3° Le bois produit par hectare en une année contient 1.800 kil. de carbone, 26 kil. d'hydrogène, 34 kil. d'azote et 50 kil. de cendres.

4° Une forêt végétant dans ces conditions dépouillerait en 9 ans, de tout son acide carbonique, le prisme d'air qui s'appuie sur elle.

Comme on ne peut compter chaque année que 5 mois ou 150 jours de végétation, il s'ensuit que pendant cette période l'absorption de carbone qui a lieu chaque jour entre le lever et le coucher du soleil est de 12 kil. pour un hectare.

L'analyse des différentes essences de bois, m'a donné les résultats suivants, abstraction faite des cendres.

	Hêtre.	Chêne.	Bouleau.	Tremble.	Saule.
Carbone. . .	49,89	50,64	50,61	50,31	51,75
Hydrogène .	6,07	6,03	6,23	6,32	6,19
Oxygène . .	43,11	42,05	42,04	42,39	41,08
Azote. . . .	0,93	1,28	1,12	0,98	0,98
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

---

3. *Recherches sur l'influence de l'eau sur la végétation des* FORÊTS ; par M. Chevandier. (Compt. rend. de l'Acad., t. XIX, p. 167.)

Si l'on représente par I l'accroissement annuel d'un sapin dans les terrains fangeux du grès vos-

gien, cet accroissement correspondra à très-peu de chose près, à 2 dans les terrains secs; il sera compris entre 4 et 5 pour les terrains disposés de manière à recueillir les eaux de pluie qui s'écoulent des chemins ou des pentes les plus rapides, et il sera un peu plus fort que 6 pour les terrains où l'infiltration des eaux des ruisseaux entretient une fraîcheur permanente.

Une semence de sapin pourra produire au bout de 100 années et suivant les quantités d'eau qui ont abreuvé le sol sur lequel elle s'est développée, un arbre valant sur pied 1f,50 ou 7 fr., ou 85 fr.

Ces faits démontrent toute l'importance du sujet dont je m'occupe et font pressentir l'influence qu'une culture méthodique des forêts pourrait exercer sur la richesse publique.

Si l'on arrêtait l'eau sur chaque point d'une montagne et si on la forçait pour ainsi dire à s'y fixer, on aurait réalisé une des conditions les plus favorables à la végétation. C'est ce que j'ai tenté de faire en établissant sur des pentes sèches des séries de fossés horizontaux, sans ouvertures, destinés à recevoir les eaux et à les arrêter. Ces fossés ont de 0m,75 à 1 mètre de largeur et de profondeur; ils sont disposés de manière à partager la montagne en zônes horizontales ayant la moyenne de 12 à 15 mètres de largeur, les eaux de pluies viennent s'y réunir et pénètrent ensuite plus ou moins lentement dans le sol. La dépense n'est pas très-élevée: je viens d'appliquer ce procédé comme essai dans les forêts de la manufacture de Cirey, sur environ 8 hectares, et les frais n'ont été que de 0f,07 par mètre courant, et en moyenne de 40 fr. par hectare.

4. *Analyse du* BOIS POURRI. (Chim. appl. à l'agriculture, par M. Liebig, pag. 477 et 479.)

Du bois de chêne et du bois de hêtre à l'état de *pourri blanc* et trouvés dans l'intérieur des troncs d'arbres dépéris qui se trouvaient au contact de l'eau, ont donné à l'analyse :

	Chêne.		Hêtre.
Carbone. . .	47,01	48,04	47,67
Hydrogène.	6,31	6,06	5,67
Oxygène . .	45,41	44,43	46,66
Cendres. . .	1,27	1,47	»
	100,00	100,00	100,00

ce qui conduit pour le chêne à la formule $C_{36} H_{54} O_{24}$, et pour le hêtre à la formule $C_{33} H_{50} O_{24}$.

Le bois de chêne intact ayant, d'après M. Gay-Lussac, une composition qui est représentée par la formule $C_{36} H_{44} O_{22}$, il s'ensuit qu'en se pourrissant il perd de l'acide carbonique, prend de l'eau et conserve un excès d'hydrogène.

---

5. *Analyse du* BOIS POURRI *et de la* TOURBE; par M. Hermann. (J. für Che., t. XXIII, p. 379.)

Le bois en se pourrissant absorbe de l'oxygène et de l'azote et laisse dégager de l'acide carbonique.

Le bois décomposé renferme des principes analogues à ceux que l'on rencontre dans l'humus. L'un d'eux, le *nitrolin*, est fortement azoté et par l'action ultérieure de l'air et de l'humidité, il donne naissance à de l'ulmate d'ammoniaque.

En malaxant sur un linge du bois pourri, la matière pulvérulente qui passe à travers le tissu

est le nitrolin. La fibre ligneuse non altérée reste sur la toile.

En traitant le bois pourri par l'éther on dissout une matière extrative également azotée et qui fait partie de l'humus. Cet extrait d'humus est d'autant plus abondant que le bois, par sa décomposition avancée, approche davantage de la nature du terreau.

Le bois décomposé contient :

	Bois pourri.	Altération plus avancée.
Nitrolin.	0,610	0,189
Acide ulmique. .	0,210	0,546
Extrait d'humus.	0,175	0,255
Ammoniaque. . .	0,005	0,010
	1,000	1,000

Le nitrolin et l'extrait d'humus renferment :

	Nitrolin.	Extrait d'humus.
Carbone..	0,572	0,578
Hydrogène. . . .	0,063	0,045
Oxygène.	0,243	0,332
Azote.	0,122	0,045
	1,000	1,000

Une tourbe des environs de Moscou a donné à l'analyse :

Matière carbonée, nitrolin, détritus.	0,7750
Acide ulmique.	0,1700
Extrait d'humus.	0,0400
Ammoniaque.	0,0025
Cendres.	0,0125
	1,0000

La tourbe paraît être le dernier état de la modification du ligneux par les agents atmosphériques et l'humidité.

6. *Analyse des cendres de cinq espèces de* GRAINS. (Chim. appl. à l'agriculture ; par M. Liebig, p. 211.)

La cendre des grains contient :

	Blé-sarrasin. (Frésénius.)	Froment. (Will.)	Seigle. (Frésénius.)	Pois. (Will.)	Fèves de marais. (Buchner.)
Phosphate de potasse.	36,51	52,98	52,91	52,78	68,59 (phosphate de potasse et soude)
— soude. . .	32,13	0,00	9,27	5,67	
— chaux. . .	3,35	5,06	5,21	10,77	9,35
— magnésie.	19,61	32,06	26,01	13,78	19,11
— fer. . . .	3,04	0,67	1,88	2,46	»
Sulfate de potasse. . / Sel marin.	traces.	»	2,98	9,09	1,84
Silicate de potasse. .	»	»	0,34	3,96	1,11
Silice.	0,15	0,30	»		
Charbon. . . . . . . / Sable.	4,99	8,03	0,50		

7. *Analyse des cendres de* SEIGLE ; par M. Frésénius. (Chim. appl. à l'agriculture, par M. Liebig, p. 345.)

A. Substances solubles dans l'eau et l'acide hydrochlorique :

Potasse unie à de la silice. .	6,88	
Sulfate de potasse.	1,75	
Chlorure de potassium. . .	0,25	
Chlorure de sodium.	0,56	
Chaux, unie à la silice. . .	4,19	
Magnésie.	0,76	
Phosphate de chaux.	2,50	
— de magnésie. . .	1,28	
— de fer.	1,57	
— de manganèse. .	trace.	
		19,74

B. Résidu insoluble dans l'eau et l'acide hydrochlorique :

Potasse, unie à de la silice.	9,21	
Chaux, *id*.	3,43	
Magnésie, *id*.	1,16	
Phosphate de fer.	1,63	
— de manganèse. .	trace.	
Silice.	63,89	
Charbon.	0,94	
		80,26
		100,00

Au total.

Potasse, unie à de la silice.	16,09
Sulfate de potasse.	1,75
Chlorure de potassium. . .	0,25
Chlorure de sodium. . . .	0,56
Chaux, unie à de la silice.	7,62
Magnésie, *id*.	1,92
Phosphate de chaux. . . .	2,50
— de magnésie. .	1,28
— de fer.	3,20
— de manganèse.	trace.
Silice.	63,89
Charbon.	0,94
	100,00

8. *Analyse de quelques* CENDRES VÉGÉTALES; par M. Hertwig. (Ann. der Pharm., t. XLVI.)

100 PARTIES RENFERMENT :	Bois de hêtre.	Écorce de hêtre.	Bois de sapin.	Écorce de sapin.	Feuille de sapin.	Feuilles de pin.	Tabac de la Havane.
Carbonate de potasse. .	11,72		11,30		»	»	6,18
Carbonate de soude. . .	12,37	3,02	7,42	2,95	»	10,72	19,4
Sulfate de potasse. . . .	3,49		»		»	1,95	»
Sel marin.	»	»	»	»	»	»	8,64
Sulfate de soude.	»	»	»	»	»	»	7,39
Silicate de potasse. . . .	»	»	»	»	»	3,90	»
Carbonate de chaux. . .	49,54	64,76	50,94	64,98	»	63,32	51,38
Magnésie	7,74	16,90	5,60	0,93	»	18,6	7,09
Phosphate de chaux. . .	3,32	2,71	3,43	5,03	»	6,35	9,04
Phosphate de magnésie.	2,92	0,66	2,90	4,18			»
Phosphate de fer.	0,76	0,46	1,04	1,04	»	0,88	»
Phosphate d'alumine. . .	1,51	0,84	1,75	2,42	»	0,71	
Phosphate de manganèse.	1,59	»	»	»	»	»	»
Silice.	2,46	9,04	13,37	17,28	»	10,31	8,26

100 PARTIES RENFERMENT ·	Tabac de Hanovre.	Fanes de fèves de marais.	Paille de pois I.	Paille de pois II.	Fanes de pommes de terre.	Trèfle, luzerne (1).
Carbonate de potasse. .	»	13,32	4,16	4,34		23,47
Carbonate de soude. . .	1,61	16,06	8,27		4,69	8,16
Sulfate de potasse. . . .	11,11	32,04	10,75	11,99		2,23
Sel marin.	9,24	0,28	4,63	3,72	2,28	2,27
Sulfate de soude.	1,09	»	»	»	»	»
Silicate de potasse. . . .	»	»	»	»	»	»
Carbonate de chaux. . .	40,00	039,5	47,81	49,73	43,68	41,61
Magnésie.	4,27	1,92	4,05	1,38	3,76	6,41
Phosphate de chaux. . .	17,95	6,43	5,15	1,15	5,73	11,80
Phosphate de magnésie. .	»	6,66	4,37	7,82		0,91
Phosphate de fer.	»	3,49	0,90	3,64	1,30	0,81
Phosphate d'alumine. . .	»		1,20		2,75	»
Phosphate de manganèse.	»	»	»	»	»	»
Silice.	8,26	7,97	7,81	15,54	29,81	2,96

(1) Analysées par M. Thon.

9. *Analyse de quelques* CENDRES VÉGÉTALES *provenant des environs de Solm, dans la Hesse Electorale, récolte de* 1842; par M. Thon. (Chim. appl. à l'agriculture, par M. Liebig, p. 348.)

	Pois sauvages.	Pois jaunes.	Petites fèves de marais.	Froment.
Charbon.	»	»	»	0,522
Silice.	0,56	0,29	1,48	1,914
Phosphate de fer. .	0,68	1,94	0,34	0,525
Chaux.	2,96	2,70	5,38	3,011
Magnésie.	7,75	6,91	7,35	13,575
Acide phosphorique.	38,34	34,01	35,33	45,531
Acide sulfurique. .	2,63	4,28	2,28	»
Potasse.	27,12	35,20	21,71	24,170
Soude.	17,43	10,32	21,07	10,340
Chlorure de sodium.	1,88	2,56	3,32	»
	99,35	98,21	98,26	99,588

10. *Analyse des cendres de* FOIN, par M. Haidlen. (Chim. appl. à l'agriculture, par M. Liebig, p. 220.)

Phosphate de chaux. . . .	16,1
Phosphate de fer.	5,0
Chaux.	2,7
Magnésie.	8,6
Sulfate de chaux.	1,2
Sulfate de potasse.	2,2
Chlorure de potassium. . .	1,3
Carbonate de soude. . . .	2,0
Silice.	60,1
Perte.	0,8
	100,0

11. *Composition des* CENDRES *provenant des plantes récoltées à Bechelbrunn (Bas-Rhin)*; par M. Boussingault. (Économ. rurale, t. II, p. 327.)

SUBSTANCES QUI ONT DONNÉ DES CENDRES.	ACIDES carbonique.	ACIDES sulfurique.	ACIDES phosphorique.	CHLORE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.
Pommes de terre. . . .	13,4	7,1	11,3	2,7	1,8	5,4
Betteraves champêtres.	16,1	1,6	6,0	5,2	7,0	4,4
Navets.	14,0	10,9	6,1	2,9	10,9	4,3
Topinambours.	11,0	2,2	10,8	1,6	2,3	1,8
Froment.	0,0	1,0	47,0	trace.	2,9	15,9
Paille de froment . . .	0,0	1,0	3,1	0,6	8,5	5,0
Avoine.	1,7	1,0	14,9	0,5	3,7	7,7
Paille d'avoine.	3,2	4,1	3,0	4,7	8,3	2,8
Trèfle	25,0	2,5	6,3	2,6	24,6	6,3
Pois.	0,5	4,7	30,1	1,1	10,1	11,9
Haricots.	3,3	1,3	26,8	0,1	5,8	11,5
Fèves	1,0	1,6	34,2	0,7	5,1	8,6

SUBSTANCES QUI ONT DONNÉ DES CENDRES.	POTASSE.	SOUDE.	SILICE.	OXYDE, DE FER, ALUMINE, etc.	CHARBON, HUMIDITÉ, PERTE.
Pommes de terre. . . .	51,5	traces.	5,6	0,5	0,7
Betteraves champêtres.	39,0	6,0	8,0	2,5	4,2
Navets.	33,7	4,1	6,4	1,2	5,5
Topinambours.	44,5	traces.	13,0	5,2	7,6
Froment.	29,5	traces.	1,3	0,0	2,4
Paille de froment. . .	9,2	0,3	67,6	1,0	3,7
Avoine.	12,9	0,0	53,3	1,3	3,0
Paille d'avoine (1). . .	24,5	4,4	40,0	2,1	2,9
Trèfle.	26,6	0,5	5,3	0,3	0,0
Pois.	35,3	2,5	1,5	traces.	2,3
Haricots.	49,1	0,0	1,0	*id.*	1,1
Fèves.	45,2	0,0	0,5	*id.*	3,1

(1) La faible portion de silice trouvée m'a surpris; les deux analyses ont donné le même nombre.

Les récoltes sèches produisent les proportions suivantes de cendres :

Pommes de terre.	0,040
Betteraves.	0,063
Navets dérobés.	0,076
Topinambours.	0,060
Froment.	0,024
Paille de froment.	0,070
Avoine.	0,040
Paille d'avoine.	0,051
Trèfle.	0,077
Pois fumés.	0,031
Haricots (état normal). .	0,035
Fèves (état normal). . . .	0,030

12. *Analyse de quelques* CENDRES *de matières organiques ;* par M. Boussingault. (Économ. rurale, t. II, p. 333, 339 et 457.)

	(1) Fumier.	(2) Tourbe.	(3) Foin.	(4) Maïs.
Acides carbonique. .	0,020	0,000	0,073	0,000
Acides phosphorique.	0,030	0,000	0,054	0,501
Acides sulfurique. . .	0,019	0,054	0,027	0,000
Chlore.	0,006	0,003	0,026	0,000
Silice, sable, argile. .	0,664	0,655	0,315	0,008
Chaux.	0,086	0,060	0,179	0,013
Magnésie	0,036	0,006	0,072	0,170
Oxyde de fer, alumine.	0,061	0,199	0,009	0,000
Potasse.	0,078	0,023	0,217	0,308
Soude			0,018	
	1,000	1,000	0,990	1,000

(1) Fumier de ferme de Bechelbrunn (Bas-Rhin). Il produit un peu plus de 0,07 de cendres.

(2) Tourbe des environs de Bechelbrunn.

(3) Foin des prairies de Durrenbach, arrosées par la Sauer. Il laisse un peu plus de 0,06 de cendres.

(4) Maïs d'Alsace. Il a laissé 0,011 de cendres.

13. *Analyse de différents produits de la* CULTURE *en Alsace;* par M. Boussingault. (Éconóm. rurale, t. II, p. 290.)

SUBSTANCES.	MATIÈRE SÈCHE.	EAU.
Froment.	0,855	0,145
Seigle.	0,834	0,166
Avoine.	0,792	0,208
Paille de froment. . .	0,740	0,260
Paille de seigle.	0,813	0,187
Paille d'avoine.	0,713	0,287
Pommes de terre. . .	0,241	0,759
Betteraves.	0,122	0,878
Navets.	0,075	0,925
Topinambours.	0,208	0,792
Pois.	0,914	0,086
Paille de pois.	0,882	0,118
Foin de trèfle.	0,790	0,210
Tiges de topinambours.	0,871	0,129

Composition des matières récoltées, desséchées dans le vide, à la température de 110° *cent.*

SUBSTANCES.	CENDRES COMPRISES.					CENDRES DÉDUITES.			
	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Cendres.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
Froment.	46,1	05,8	43,4	02,3	02,4	47,2	06,0	44,4	02,4
Seigle	46,2	05,6	44,2	01,7	02,3	47,3	05.7	45,3	01,7
Avoine.	50,7	06,4	36,7	02,2	04,0	52,9	06,6	38,2	02,3
Paille de froment. . .	48,4	05,3	38,9	00,4	07,0	52,1	05,7	41,8	00,4
Paille de seigle	49.9	05,6	40,6	00,3	03,6	51,8	05,8	42,1	00,3
Paille d'avoine	50,1	05,4	39,0	00,4	05,1	52,8	05,7	41,1	00,4
Pommes de terre . . .	44,0	05,8	44,7	01,5	04,0	45,9	06,1	46,4	01,6
Betteraves champêtres.	42,8	05,8	43,4	01,7	06,3	45,7	06,2	46,3	01,8
Navets.	42,9	05,5	42,3	01,7	07,6	46,3	06,0	45,9	01,8
Topinambours.	42,3	05,8	43,3	01,6	06,0	46,0	06,2	46.1	01,7
Pois jaunes.	46,5	06,2	40,0	04,2	03,1	48,0	06,4	41,3	04,3
Paille de pois	45,8	05,0	35,6	02,3	11,3	51,5	05,6	40,3	02,6
Trèfle rouge, foin. . .	47,4	05,0	37,8	02,1	07,7	51,3	05,4	41,1	02,2
Tiges de topinambours.	45,7	05,4	45,7	00,4	02,8	47,0	05,6	47,0	00,4

14. *Analyse des cendres du* LAIT DE VACHES. (Chim. appl. à l'agriculture, par M. Liebig, p. 251.)

(1) 1000 de lait ont laissé 67,7 de cendres.
(2) 1000 *id.* 49 *id.*

Ces cendres avaient la composition suivante :

	(1)	(2)
Phosphate de chaux. . .	47,14	50,81
— de magnésie. .	8,57	9,45
— de fer.	1,43	1,04
Chlorure de potassium. .	29,38	27,03
Sel marin.	4,89	5,03
Soude.	8,57	6,64
	99,98	100,00

15. *Analyse des* EXCRÉMENTS D'ANIMAUX. (Chim. appl. à l'agriculture, par M. Liebig, p. 248.)

Selon Vauquelin, l'urine de cheval contient :

Carbonate de chaux.	11
Carbonate de soude.	9
Hyppurate de soude.	24
Chlorure de potassium.	9
Urée.	7
Eau.	940
	1000

Selon Brandes, l'urine de vache contient :

Chlorure de potassium et d'ammonium.	15
Sulfate de potasse.	6
Carbonate de potasse.	4
Carbonate de chaux.	3
Urée.	4
Eau.	950
	982

Selon Jackson, le crotin de cheval contient.

Phosphate de chaux.	50
Carbonate de chaux.	1875
Phosphate de magnésie.	3625
Silice.	4450
	10000

Selon Haidlen, la bouse de vache contient :

Phosphate de chaux.	10,9
Phosphate de magnésie.	10,0
Phosphate de fer.	7,5
Chaux.	1,5
Sulfate de chaux.	3,1
Chlorure de potassium et cuivre. . .	traces.
Silice.	63,7
Perte.	2,3
	100,0

16. *Analyse de la* BOUSE DE VACHE *et du* FUMIER. (Chim. appl. à l'agriculture, par M. Liebig, p. 258.)

La bouse de vache fraîche renferme :

Eau.	0,8590
Substances combustibles.	0,1235
Substances minérales . .	0,0175
	1,0000

Le fumier de fermes âgé de six mois contient :

Eau.	0,793
Substances combustibles.	0,140
Substances minérales. . .	0,067
	1,000

17. *Analyse des* DÉJECTIONS *du cheval, de la vache et du porc*; par M. Boussingault. (Économie rurale, t. II, p. 75.)

Un cheval nourri de foin et d'avoine a donné en 24 heures 15^{k},580 de déjections humides équivalant à 3^{k},713 de matières sèches. On a trouvé pour leur composition :

	Humides.	Sèches.
Carbone.	0,0919	0,386
Hydrogène . . .	0,0120	0,050
Oxygène	0,0866	0,364
Azote.	0,0065	0,027
Sels et terres. .	0,0413	0,173
Eau.	0,7617	0,000
	1,0000	1,000

L'urine seule a donné par l'évaporation 0,124 d'extrait sec. Le résultat analytique a été :

	Liquide.	Extrait.
Carbone.	0,0446	0,360
Hydrogène . . .	0,0047	0,038
Oxygène	0,0140	0,113
Azote.	0,0155	0,125
Sels.	0,0451	0,364
Eau.	0,8761	0,000
	1,0000	1,000

Les excréments ont laissé par la dessiccation 0,247 de matières solides. Ces matières analysées ont donné :

	Humides.	Sèches.
Carbone.	0,0956	0,387
Hydrogène . . .	0,0126	0,051
Oxygène	0,0931	0,377
Azote.	0,0954	0,022
Sels.	0,0402	0,163
Eau.	0,7531	0,000
	1,0000	1,000

Une vache alimentée avec du foin et des pommes de terre crues a fourni en 24 heures $36^k,613$ de déjections humides, produisant par la dessiccation $4^k,961$. L'analyse a indiqué pour la composition de ces matières :

	Humides.	Sèches.
Carbone.	0,0539	0,398
Hydrogène . . .	0,0064	0,047
Oxygène	0,0481	0,355
Azote.	0,0036	0,026
Sels.	0,0236	0,174
Eau.	0,8644	0,000
	1,0000	1,000

L'urine contenait 0,117 d'extrait. J'ai trouvé pour la composition de :

	L'urine liquide.	L'urine sèche.
Carbone.	0,0318	0,272
Hydrogène . . .	0,0030	0,026
Oxygène	0,0309	0,264
Azote.	0,0044	0,038
Sels.	0,0468	0,400
Eau.	0,8831	0,000
	1,0000	1,000

Les excréments frais ont laissé à la dessiccation 0,094 de matières. L'analyse a donné :

	Humides.	Sèches.
Carbone.	0,0402	0,428
Hydrogène . . .	0,0049	0,052
Oxygène	0,0354	0,377
Azote.	0,0022	0,023
Sels.	0,0113	0,120
Eau.	0,9060	0,000
	1,0000	1,000

Un porc de huit à dix mois, nourri avec des pommes de terre cuites à la vapeur, a donné en

24 heures $4^k,170$ de déjections humides équivalant à $0^k,750$ de substances sèches. Ces matières analysées ont fourni :

	Humides.	Sèches.
Carbone.	0,0697	0,387
Hydrogène . . .	0,0086	0,048
Oxygène.. . . .	0,0585	0,325
Azote.	0,0061	0,034
Sels et terres. .	0,0371	0,206
Eau.	0,8200	0,000
	1,0000	1,000

---

18. *Analyse de l'*URINE *humaine fraîche*; par M. Lehmann. (Journ. für prat. Chem., t. XXVI et XXVII, p. 257.)

Ayant analysé ma propre urine dans quatre circonstances différentes, j'y ai trouvé :

	(1)	(2)	(3)	(4)
Eau.	93,400	90,932	93,492	96,511
Urée.	3,291	5,879	2,569	1,108
Acide lithénique.	0,107	0,141	0,098	0,054
Acide lactique libre.	0,155	0,228	0,135	0,211
Lactates.	0,107	0,167	0,206	0,300
Mucilage.	0,010	0,009	0,010	0,011
Sel marin et sel ammoniac. . . .	0,360	0,537	0,371	0,114
Sulfates alcalins.	0,729	1,151	0,723	0,298
Phosphate sodique.	0,367	0,552	0,374	0,248
Phosphate calcique et magnésique.	0,119	0,372	0,111	0,891
Extrait aqueux.	0,059	0,082	0,334	0,276
Extrait alcoolique.	0,988	0,450	1,577	0,878
	99,692	100,000	100,000	100,000

(1) Urine obtenue dans l'état habituel.

(2) Urine obtenue lorsque je ne consommais que des aliments animaux.

(3) Urine obtenue lorsque je ne consommais que des aliments végétaux.

(4) Urine obtenue lorsque je ne consommais

que des aliments végétaux non nitrogénés (sucre, amidon, gomme et huile d'amandes). Je n'ai pas pu supporter ce dernier régime pendant plus de trois jours sans éprouver un malaise et une sensation de faim continuelle.

L'urine a une certaine tendance à éprouver une décomposition spontanée qui commence par une formation d'ammoniaque aux dépens de l'urée : cette ammoniaque sature de plus en plus l'acide libre de l'urine, jusqu'à ce que cette dernière devienne alcaline, époque à laquelle la modification devient plus rapide. Plus l'urine est concentrée, plus elle résiste longtemps à cette altération.

Dans l'espace de douze jours, la quantité moyenne d'urine rendue par jour a été de 1057,77 grammes, dont 989,95 gr. d'eau et 67,82 gr. de matières solides, qui renfermaient 32,498 gr. d'urée, 1,183 d'acide lithénique, 1,462 gr. d'acide lactique libre et 1,162 gr. d'acide lactique combiné.

---

19. *Analyse du* FUMIER ; par M. Braconnot. (An. de Chim., t. XII, p. 212.)

A la demande de M. de Dombasle, j'ai analysé du fumier de ferme très-consommé, dit *beurre noir*. J'y ai trouvé :

Eau.	72,20
Carbonate d'ammoniaque.	quant. var.
Azulmate de potasse contenant un peu d'azulmate d'ammoniaque.	1,15
Matière grasse analogue à la cire unie à l'ammoniaque et à la potasse.	0,08
Carbonate de potasse.	0,06
Chlorure de potassium.	0,21
A reporter.	73,70

Report. .	73,70
Paille convertie en tourbe.	12,40
Matière tourbeuse excessivement divisée analogue à la précédente.	3,68
Carbonate de chaux.	3,30
Phosphate de chaux	0,45
Sable quartzeux grossier.	3,00
Matière terreuse indéterminée.	3,52
Sulfate de potasse, phosphate de potasse.	trace.
	100,00

Lorsqu'on fait digérer ce fumier dans l'eau, on obtient une liqueur d'un brun foncé qui passe difficilement à travers le filtre et qui tient en dissolution les azulmates, la cire et les sels alcalins. Lorsqu'on la rend acide, elle se décolore et il s'y forme un dépôt brun. Si on l'évapore à siccité et si l'on traite le résidu par l'alcool, il reste une substance qui desséchée est noire, fragile, inaltérable à l'air, insoluble dans l'alcool, soluble dans l'eau à laquelle elle communique une réaction alcaline et la faculté de précipiter en brun par l'eau de chaux, l'eau de baryte et les sels terreux et métalliques. Le dépôt brun formé par les acides rougit le tournesol. Desséché, il est noir, fragile et a l'éclat du jais; dans cet état l'eau n'a aucune action sur lui; mais hydraté, il communique à ce liquide une légère couleur brunâtre : il est insoluble dans l'alcool, qui lui enlève seulement une petite quantité de cire. Il se dissout avec une extrême facilité dans les alcalis affaiblis et dans les carbonates alcalins. Il est soluble dans l'acide acétique, surtout à l'aide de la chaleur, et il se dissout même à froid dans l'acide nitrique, mais l'eau le précipite de cette dissolution.

20. *Examen chimique des* EAUX MINÉRALES *de l'île de Java;* par M. Frésénius. (J. de Pharm., t. IV, p. 63.)

1° *Sources chaudes de Platungan.* La vallée dans laquelle se trouve ces sources est trakitique et très-fertile. Elle renferme des sources de pétrole. L'eau minérale est à la température de 112° F. Elle est d'un bleu verdâtre et elle se recouvre continuellement d'une pellicule gélatiniforme d'un jaune d'ocre, qui paraît être de la barégine. Sa saveur est alcaline, légèrement salée et faiblement astringente. Sa pes. est de 1,00349. La source fournit $0^m,325$ cubes par minute. 1 livre = 16 onces = 7680 grains, contient :

	Grains.
Bicarbonate de soude.	3,849216
— de magnésie	3,833856
— de chaux.	4,558848
— de protoxyde de fer.	0,225792
Chlorure de potassium.	0,725760
— de sodium	24,003072
Silice.	1,129768
	38,326312

Il y a en outre de l'acide carbonique libre, une petite quantité d'iodure de sodium et des traces de bromure de sodium, de bicarbonate de manganèse, de sulfate de potasse et d'alumine.

2° *Source froide de Tambangan.* Cette source se trouve au nord des monts Dieng, à la distance de 12 milles anglais des sources précédentes. Le sol est argileux et les roches sont granitiques plutôt que trakitiques. L'eau est faiblement alcaline; sa saveur est salée à un haut degré avec un arrière-

goût douceâtre particulier. Sa p. sp. est de 1,0105. 1 livre = 16 onces = 7680 grains, contient :

Chlorure de sodium. . .	94,993920
— de potassium. .	4,846080
— de magnésium.	4,034304
— de calcium. . .	4,723200
Iodure de magnésium. .	0,413184
Silice.	0,184320
	109,195008

On a dosé l'iode à l'état d'iodure de palladium. Il y en a une telle proportion que l'eau mêlée d'empois et d'un peu d'eau de chlore devient immédiatement d'un bleu indigo foncé.

---

21. *Examen chimique de la* SOURCE *de Ludwigsbrunnen à Hombourg*; par MM. Will et Frésénius. (Jour. de Pharm., t. IV, p. 128.)

L'eau récemment puisée à la source paraît claire : sa saveur est fortement salée, piquante avec un arrière-goût légèrement amer. Sa température est de 10° 1/2 cent. Elle sort d'une argile sablonneuse jaunâtre. 1 livre = 16 onces = 7680 grains, contient :

	grains.
Chlorure de sodium.	84,461568
— de potassium. . . .	2,198784
— de magnésium. . . .	6,001920
— de calcium	9,506324
Sulfate de chaux.	0,225792
Carbonate de chaux.	9,796608
— de magnésie. . . .	0,046080
— de protoxyde de fer.	0,390144
Silice.	0,125184
	112,752404
Acide carbonique libre. . . .	18,427392

---

22. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE *de Serguinsk*; par le capitaine Choubine. (An. des Min. russes, 1841, p. 311.)

La source minérale de Serguinsk est à quelques verstes de l'usine de Nijni-Serguinsk, et à 100 verstes environ d'Ekaterinbourg. Elle s'échappe du pied d'une montagne calcaire et va se perdre dans la Serga. L'eau a une pes. sp. de 1,0033. Elle laisse par l'évaporation 0,007353 de sels desséchés. Elle contient sur 100 parties :

Acide carbonique . . .	0,02830
Gaz hydrogène sulfuré.	0,00334
Principes fixes.	0,73530
	0,76694

et les 0,73530 de principes fixes sont composés de :

Matières bitumineuses.	0,0155
Chlorure de magnésium.	0,0952
— de sodium. . .	6,6605
Sulfate de chaux	0,1467
— de soude.	0,1056
Carbonate de chaux. . .	0,2190
Protocarbonate de fer. .	0,0223
Silice.	0,0120
	7,2768

23. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE *de Bath dans le Sommersetshire*; par M. Noad. (Jour. de Pharm., t. V, p. 46.)

Pour un litre l'analyse a donné :

	grains.
Chlorure de sodium. . . .	0,311
— de magnésium..	0,084
Sulfate de soude.	0,400
Carbonate de soude. . . .	0,070
Sulfate de chaux.	0,763
Silice	0,040
Protocarbonate de fer. .	0,006
	1,674

24. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE *de Saxon* (Valais); par M. P. Morin. (Jour. de Pharm., t. VI, p. 41.)

Cette source est située sur la route d'Italie, à dix minutes du Rhône, sur la rive gauche de ce fleuve, à une très-petite distance du village de Saxon et à deux lieues de Martigny.

L'eau est limpide, incolore et inodore. Sa température est de 25°,3 c. Elle exhale des bulles de gaz azote et d'acide carbonique. La source en produit 120 litres par minute. Elle contient pour un litre :

	grains.
Bicarbonate de potasse.	0,033
— de magnésie. . . .	0,031
Sulfate de magnésie.	0,339
— de chaux.	0,044
— de soude.	0,016
Chlorure de sodium.	0,008
Silicate d'alumine	0,005
Phosphate et nitrate de chaux.	trace.
Glairine.	quant. indéterm.
	0,476

25. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE *de Soultz-les-Bains*; par M. Kopp. (Compt. rend. de l'Acad., t. XVIII, p. 875.)

L'eau de Soultz-les-Bains est claire, transparente, non gazeuse, d'une saveur salée, légèrement alcaline : elle ramène lentement au bleu le papier de tournesol rougi et ne forme point de dépôt par son exposition à l'air. Concentrée, elle laisse déposer peu à peu une poudre blanche composée de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie, et ensuite du sulfate de chaux. Sa densité est de 1,0034 et sa température de 12°,5 cent.

La petite quantité de gaz qui se dégage à la source contient 97 p. d'azote et 3 d'acide carbonique sur 100 de volume. L'analyse a donné pour un litre :

	grains.	
Acide carbonique libre.	0,036	
Bicarbonate de chaux.	0,431	
Sulfate de chaux.	0,278	anhydres.
— de soude.	0,267	anhydres.
— de magnésie.	0,200	anhydres.
Chlorure sodique.	3,189	
Bromure potassique	0,009	
Iodure potassique.	0,004	
Silice.	0,004	
Oxyde de fer, acide phosphorique.	trace.	
	4,418	

26. *Analyse des* EAUX SALÉES *de Fredrichshall*; par M. Creusburg. (Jour. für Chem., t. XXXI, p. 182.)

Ces eaux sont situées auprès de Cobourg, dans le duché de Saxe-Meningen. Leur densité est de 1,022. Pour une livre, elles contiennent :

	grains.
Sulfate de soude.	65,956
— de magnésie. . . .	35,522
Chlorure de magnésium. .	37,634
— de sodium. . . .	69,899
— de potassium. . .	0,861
— de manganèse. .	0,041
— d'aluminium. . .	0,637
Sulfate de chaux.	1,859
Carbonate de chaux. . . .	2,470
— de magnésie. . .	0,745
Iodure de sodium.	0,161
Bromure de magnésium. .	traces.
Carbonate de manganèse.	0,023
Silice.	0,652
Matières organiques. . . .	1,066
	217,526

27. *Analyse de l'*EAU AMÈRE *de Bintorf, dans le canton d'Argovie*; par M. Boullay. (Jour. de Pharm., t. IV, p. 126.)

Cette eau minérale a sa source dans le Jura d'Argovie, où la magnésie sulfatée se trouve en filons de $0^m,014$ à $0^m,027$ d'épaisseur, dans un gypse grenu et dur que l'on exploite auprès de Birmentorf. L'eau de la source que l'on a analysée avait une pes. sp. de 1,035; elle était limpide, neutre au papier, et elle avait une saveur assez agréable. On y a trouvé sur un litre :

	gr.
Sulfate de potasse.	0,1042
— de soude.	7,0356
— de chaux.	1,2692
— de magnésie . . .	22,0135
Chlorure de magnésium.	0,4604
Carbonate de chaux. . .	0,0133
— de magnésie. .	0,0324
Crénate de magnésie. . .	0,1010
Peroxyde de fer.	0,0107
Alumine.	0,0277
Silice.	0,0302
	31,0982

---

28. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE *du Crol*; par M. Poumarède. (Jour. de Pharm., t. V, p. 132.)

Le Crol est situé à quelques centaines de mètres de la petite ville d'Aubin (Aveyron). L'analyse a donné :

Sulfate ferreux. . .	0,000540
— ferrique. . .	0,000285
— manganeux.	0,000330
— magnésique.	0,000300
— calcique. . .	0,000070
— aluminique.	traces.
Matière organique. .	0,000010
	0,001535

---

29. *Sur le gisement du* NITRATE DE SOUDE *dans la province de Taparaca, au Pérou*; par M. Blake. (Bibli. de Gen., t. XVI, p. 133.)

Cette province est la plus méridionale de la république du Pérou, et fait partie du grand désert d'Atacama. Elle est située entre 19° et 21° 30′ de latitude sud, et elle est séparée de la Bolivie à l'est par les Andes. La chaleur y est extrême, mais l'air est très-sain et le climat en est très-salubre.

La *Pampa* de Tamaruga est une grande plaine élevée de 3.000 à 3.500 pieds au-dessus de la mer, et qui est séparée des Andes à l'est par une chaîne de montagnes, composée de grès et de gypses, et de l'Océan par une autre chaîne de montagnes granitique et porphyrique. Le sol de la Pampa est formé d'argile, de sable, de gypse et de sel marin, mélangés de nitrate et de sulfate de soude. Il est jonché de fragments de ponces, de basalte, de calcédoine et d'agate. On y trouve aussi des calcaires coquilliers et des conglomérats, qui sont cimentés par des sels de soude. Il existe sous une portion de sa surface une vaste forêt calcinée et carbonisée.

Parmi les collines qui bordent la côte, il existe des lits de nitrate de soude sur une longueur de plus de 150 milles. Ils sont recouverts d'une masse sableuse, légère, sèche, mélangée de petits fragments de coquilles; au-dessous de la marne, qui n'a communément que quelques pouces d'épaisseur, se trouve une couche de sel gemme fibreux de 1 pied d'épaisseur, et ensuite le nitrate de soude, qui repose sur une marne coquillière et salée.

Le nitrate brut renferme de 0,20 à 0,75 de sel pur. Il est cristallisé en petits rhomboëdres irréguliers ; quelques lits sont si compactes qu'il faut les briser à la poudre. Sa composition moyenne est la suivante :

Nitrate de soude.	0,6498
Sulfate de soude.	0,0300
Chlorure de sodium. . . .	0,2869
Iodures et iodates alcalins.	0,0063
Coquilles et marnes. . . .	0,0260
	0,9990

On en trouve sur plusieurs points de la côte entre 18° et 23°, mais il n'existe en lits étendus que dans la province de Tarapaca. Un grand nombre d'habitants de cette province sont employés à l'extraction de ce sel. En 1837, on en a expédié du port d'Iquique 150.000 quintaux. L'utilité de son emploi comme amendement doit en rendre la consommation bien plus considérable encore. Il est raffiné dans des huttes construites avec des blocs de sel gemme cimentés par le résidu des chaudières, et recouvertes de toits de nattes supportées par des tiges de cactus. L'ouvrage se fait en plein air dans des chaudières en cuivre de 50 gallons. Les fourneaux sont construits en sel gemme. Le sel est apporté de la mine à dos d'hommes, et brisé en fragments par les femmes et les enfants. On en remplit la chaudière jusqu'aux deux tiers, on verse ensuite de l'eau dessus ; on fait bon feu, et lorsque l'eau est bouillante, on la verse dans des cristallisateurs où le sel se dépose. Les résidus sont jetés, quoiqu'ils soient encore fort riches. Chaque quintal revient, rendu au port, à environ 9 fr., les frais de construction et d'entretien d'appareils non compris.

30. *Analyse du* NITRATE DE SOUDE *naturel du Pérou*; par M. Hofstetter. (Jour. de Pharm., t. IV, p. 130.)

Ce sel contient :

Nitrate de soude. . .	0,94291
— de potasse. .	0,00426
— de magnésie.	0,00858
Chlorure de sodium.	0,01990
Sulfate de potasse. .	0,00239
Résidu insoluble. . .	0,00203
Eau.	0,01993
	1,00000

31. *Analyse d'un* MICA *contenant du chrome*; par M. Schaffautl. (An. der Pharm., t. XLIV, p. 40.)

On trouve ce mica à Schwarstein, en Tyrol, avec un mica à deux axes qui a déjà été décrit. Il est en masses feuilletées et contournées, d'un vert d'émeraude çà et là taché de brun noir; sa poussière est vert pomme. Il a l'éclat soyeux et il est doux au toucher. Sa pes. sp. est de 2,8608 et sa dureté de 1,5.

Analysé par le carbonate de soude et par le carbonate de baryte, etc., il a donné :

Silice.	0,47950	526 at.
Alumine.	0,34450	360
Oxyde de chrome.	0,03950	24
Magnésie.	0,00715	18
Oxyde de fer. . .	0,01800	12
Potasse.	0,10750	114
Soude.	0,00370	6
Calcium.	0,00410	9
Fluor.	0,00355	
	1,00750	

Il a beaucoup d'analogie avec le mica de Kimito, en Finlande, analysé par M. H. Rose, et qui contient :

Silice.	0,46358
Alumine. . .	0,36800
Oxyde de fer.	0,04533
Potasse. . . .	0,09220
Fluor.	0,00669
Eau.	0,03840
	1,01420

32. *Analyse d'os* FOSSILES ; par M. Marchand. (Jour. fur Chem., t. XXVII, p. 86.)

	(1)	(2)	(3)
Matières animales.	0,0420	0,1624	0,0725
Phosphate calcique	0,6211	0,5601	0,5415
Carbonate calcique.	0,1324	0,1312	0,1926
Sulfate calcique.	0,1225	0,0714	0,1224
Fluorure calcique.	0,0212	0,0196	0,0212
Phosphate magnésique.	0,0050	0,0030	0,0208
Acide silicique.	0,0212	0,0200	
Oxydes ferrique et manganique.	0,0212	0,0215	0,0250
Soude et perte.	0,0134	0,0108	
	1,0000	1,0000	0,9960

(1) Os d'ursus speleus de Gaileureuterhœlé trouvé à la surface du sol.

(2) *Id.* trouvé au-dessous du sol.

(3) Os de cerf d'une localité inconnue.

33. *Analyse de* DIVERS MINÉRAUX *d'Islande* ; par M. Forchhammer. (Rapp. de M. Berzélius, 4e année, p. 146.)

Baulite. Le *baulite* constitue une roche volcanique à Baulaberg, en Islande, où elle a été vomie

par le volcan Viti ; elle constitue un minéral blanc et grenu mélangé de cristaux de quartz, et d'un autre minéral noir cristallisé en longues aiguilles solubles dans l'acide chlorhydrique. La pes. sp. en est 2,623. Il est composé de :

			Rapport de l'oxygène.	
Acide silicique.	79,65		41,38	24
Alumine. . . .	11,57		5,40	3
Chaux.	0,05	0,01		
Magnésie . . .	0,20	0,08		
Potasse	3,26	0,55	1,76	1
Soude.	3,73	0,96		
Oxyde ferreux.	0,63	0,16		
	99,09			

$$= \left.\begin{matrix} K \\ N \end{matrix}\right\} S^6 + 3\, A S^6.$$

Cette formule représente une espèce de feldspath, à base de potasse et de soude, dans lequel les bases sont saturées par deux fois plus d'acide que dans le feldspath ordinaire. Ce minéral se retrouve du reste à plusieurs endroits dans la formation volcanique de l'Islande.

L'échantillon qu'on a bien voulu me remettre se compose d'une foule de boules blanches plus ou moins petites, qui sont un peu rougeâtres à la surface, blanches à l'intérieur, qui ont une cassure rayonnée concentrique et qui sont empâtées dans une masse quartzeuse.

Krahlite. Dans l'obsidienne de Hrafntinnabruggr, on trouve des boules à cassure fibreuse et concentrique qui ressemblent aux précédentes, qui sont rouges; on les a désignées par le nom de *krahlite*. La pes. sp. en est 2,389. Elles se composent de :

		Rapport de l'oxygène.		
Acide silicique.	74,83		38,17	18
Alumine. . . .	13,49	6,30	7,65	3
Oxyde ferrique.	4,40	1,35		
Chaux.	1,98	0,56		
Magnésie. . . .	0,17	0,07	2,05	1
Soude.	5,56	1,42		
Potasse.	traces.			
	100,43			

$= N S^6 + \left.\begin{matrix}A \\ F\end{matrix}\right\} S^4.$

Oligoclase à base de chaux. A Havnefjord, on trouve dans les cavités d'une lave crevassée un minéral incolore qui est accompagné de pyroxène et de fer titané. On a appelé ce minéral *havnefjordite* ou oligoclase à base de chaux. Il est cristallisé en tables micacées dont on ne peut pas déterminer la forme, mais qui semblent appartenir au système tétartoprismatique. Leur pes. sp. est 2,729. Il est composé de :

		Rapport de l'oxygène.	
Acide silicique. .	61,22	31,83	9
Alumine.	23,32	10,89	3
Oxyde ferrique.	2,40		
Chaux.	8,82		
Magnésie	0,36	3,25	1
Soude.	2,56		
Potasse.	traces.		

$= \left.\begin{matrix}C \\ N\end{matrix}\right\} S^3 + 3 A S^2.$

Bien que l'analyse ne s'accorde pas parfaitement avec cette formule, elle s'en approche suffisamment pour montrer que le minéral doit réellement posséder cette composition.

Hversalt. L'action simultanée de l'acide sulfureux et de l'air altère ces minéraux. Il en résulte des masses considérables de sulfate calcique cris tallisé, qui se sépare d'une farine d'acide silicique hydraté sur laquelle se déposent des cristaux aciculaires déliés d'un sel qu'on appelle à l'endroi

même *hversalt*, et qu'on emploie comme mordant pour fixer les couleurs noires. Ce sel est composé de . :

			Rapport de l'oxygène.	
Acide sulfurique.	35,16		21,05	12
Alumine.	11,22	5,24	5,61	3
Oxyde ferrique. .	1,23	0,37		
Oxyde ferreux. .	4,57	1,04	1,89	1
Magnésie.	2,19	0,85		
Eau	45,63		40,56	24

Ces chiffres prouvent que ce minéral est un alun dans lequel la potasse est remplacée par de l'oxyde ferreux et de la magnésie, et où une petite partie d'alumine est remplacée par de l'oxyde ferrique. Ce sel ne renferme quelquefois que 18 at. d'eau.

Krisuvigite. Ce minéral est accompagné en outre d'un minéral vert émeraude et d'un minéral bleu noir. Le premier, qui constitue une couche plus ou moins épaisse à Krisuvig, a reçu le nom de *krisuvigite*, et se compose de :

		Rapport de l'oxygène.	
Acide sulfurique.	18,88	10,04	3
Oxyde cuivrique.	67,75	13,66	4
Eau	12,81	11,38	3 ½
Oxyde ferrique et alumine.	0,56		

Si ce minéral n'est pas un mélange de deux sels cuivriques basiques, on pourrait exprimer sa composition par $\dot{C}u^{4}\dddot{S} + 3\dot{H}$, en supposant que l'analyse ait donné un petit excès d'eau, dû à de l'eau hygroscopique, que les sels cuivriques basiques retiennent avec une grande opiniâtreté.

Indigo de cuivre. Le minéral noir qui accompagne le précédent est formé évidemment par l'action de l'hydrogène sulfuré sur ce dernier, et

se compose de Cu S. — Je le désigne sous le nom d'*indigo de cuivre*.

Hverlera. On trouve aussi une espèce d'argile, résultant de l'action lente et réciproque des éléments, qui porte le nom de *hverlera*, et qui est composée de 50,99 d'acide silicique, 7,39 d'alumine, 21,21 d'oxyde ferrique, 0,46 d'acide titanique et 19,96 de magnésie. Cette argile est tantôt rouge, tantôt blanche.

Silicate ferreux hydraté. J'ai examiné en outre un minéral de Quelbœe, dans l'île de Suderœ, une des îles Ferœ, qui se rencontre dans une dolérite très-compacte, dont il remplit les cavités bulleuses. Quand on casse la dolérite de manière à mettre les bulles à découvert, on les trouve remplies d'un minéral vert olive et transparent, à cassure conchoïde et vitreuse, et qui est rayé par le spath calcaire. Il s'oxyde rapidement à l'air, de sorte qu'au bout de vingt-quatre il est complétement noir. La pes. sp. en est 1,809. L'analyse a fourni :

		Rapport de l'oxygène.			
Acide silicique.	32,85		17,07	3	
Oxyde ferreux.	21,56	4,91 }	6,24	1	$= \left.\begin{matrix} f \\ M \end{matrix}\right\} S^3 + 6 Aq.$
Magnésie. . . .	3,44	1,33 }			
Eau.	42,15		37,17	6	

Ce minéral est probablement identique avec le chlorophœite de M. Macculoch. Cependant on ne l'avait pas signalé auparavant comme un silicate ferreux hydraté.

---

34. *Sur la* DIALLAGE *de Grossari, près Salsbourg*; par M. Kobell. (Jour. d'Erd., t. XXX, p. 472.)

La diallage comprend au moins deux espèces,

l'une très-réfractaire que je nomme *bromite*, et l'autre assez facile à fondre à laquelle je conserve son nom primitif. Le minerai de Grossari appartient à cette dernière espèce. Sa pes. sp. est de 3,2, et elle est composée de :

Silice.	0,5020	oxyg.	2608	
Alumine.	0,0380		177	
Chaux.	0,2026		569	} 1394
Magnésie.	0,1640		634	}
Protoxyde de fer.	0,0840		191	}
— de manganèse.	traces.			
	0,9906			

---

35. *Note sur un nouveau gisement du* SULFATE DE MAGNÉSIE; par M. J. Bouis. (Revue scient., t. XIV, p. 300.)

Le gypse des carrières de Fitou (Aude) est composé de :

Sulfate de chaux.	0,6045
Sulfate de magnésie.	0,0020
Carbonate de chaux et de magnésie.	0,0042
Argile ferrugineuse.	0,2320
Eau.	0,1555
Sulfate et muriate de soude, ammoniaque.	traces.
	0,9982

Les travaux d'exploitation viennent de faire découvrir dans les carrières un filon de sulfate de magnésie pur, de $0^m,07$ à $0^m,08$ de puissance, et qui coupe obliquement les couches de gypse. Le sel magnésique est blanc, fibreux ou cristallisé en petits prismes aplatis.

---

36. *Analyses de quelques* SUBSTANCES MINÉRALES; par MM. Marignac et Descloiseaux. (Bibl. de Genève, janvier 1844.)

Pennine. La famille des chlorites et des talcs, composée en grande partie d'espèces jusqu'ici mal connues, s'est enrichie, il y a quelques années, d'un nouveau minéral cristallisé et bien défini, que MM. Fröbel et Schweiser ont décrit, sous le nom de pennine, d'une manière assez complète dans les *Annales de Poggendorff* de 1840.

Déjà, en 1839, M. Morin avait analysé et distingué comme une nouvelle espèce de mica, un cristal de la vallée de Zermatt en Valais, qui lui avait été remis par M. Fröbel; son travail a été publié dans la *Bibl. Univ.* de 1839, t. XXI, p. 147, et inséré dans les *Annales des mines* de 1840.

Dans ces deux descriptions, tous les caractères minéralogiques, la nature de la gangue et les localités sont identiques; et cependant les analyses de MM. Morin et Schweizer sont tellement incompatibles, qu'il est impossible d'admettre que ces deux chimistes aient opéré sur la même substance. Une simple comparaison entre les échantillons qui ont donné des résultats si différents aurait probablement suffi pour lever tous les doutes; malheureusement M. Morin a employé en entier, pour son analyse, le seul cristal qui fût en sa possession, et tous les cristaux provenant de Zermatt, que nous avons examinés, se rapportent à l'analyse de M. Schweizer.

Avant de donner le résultat de cette analyse et de celles que nous en avons faites nous-mêmes,

il ne sera peut-être pas inutile de reprendre en peu de mots la description du minéral.

La forme primitive de la pennine est un rhomboèdre aigu, dont les angles mesurés au goniomètre de réflexion sont de 63° 15′ et 116° 45′.

Les cristaux offrent rarement ce rhomboèdre complet; le plus souvent il est tronqué si profondément par un plan perpendiculaire à l'axe vertical, qu'il en résulte une table à base hexagonale dont les pans sont des trapèzes, faisant alternativement avec la base un angle aigu de 79° 30′, et un angle obtus supplément du premier.

Les cristaux appartenant à cette forme présentent fréquemment une macle parallèle au plan de la base. Il en résulte que les plans latéraux de la table hexagonale offrent alternativement un angle saillant et un angle rentrant de 159°.

D'un vert noir sur les faces du rhomboèdre, ces cristaux jouissent au plus haut degré du dichroïsme : la lumière qui les traverse dans le sens du grand axe leur donne une belle couleur d'un vert émeraude, et celle qui passe perpendiculairement à cet axe les colore en brun ou en rouge hyacinthe.

Les petits cristaux et les lames minces sont transparents.

Un seul clivage, extrêmement facile, perpendiculaire au grand axe, permet de diviser la substance en lames très-minces.

La dureté sur les bases est un peu plus grande que celle du gypse; sur les faces du rhomboèdre, elle égale à peu près celle du calcaire.

Les lames minces sont très-ductiles, mais non élastiques; la poudre, d'un blanc légèrement verdâtre, est onctueuse au toucher.

La pesanteur spécifique, prise sur plusieurs échantillons, a varié de 2,653 à 2,659.

Chauffée au rouge dans un tube, la pennine dégage de l'eau ; au chalumeau, elle se feuillette, blanchit et fond difficilement en émail grisâtre. Elle se dissout facilement dans le borax en verre incolore, et dans le sel de phosphore en laissant un squelette de silice; le verre coloré par le fer à chaud devient opalin à froid. Avec la soude, sur la feuille de platine, on aperçoit une faible coloration en jaune.

Réduite en poudre fine, la pennine est complétement attaquée par l'acide chlorhydrique à l'aide d'une ébullition prolongée.

Analyse. Nous avons fait trois analyses de ce minéral; les deux premières sur des cristaux très-purs de la vallée de Zermatt, la troisième sur la pennine en masses cristallines feuilletées de la vallée de Binnen (également en Valais).

Dans la première analyse, nous avons attaqué par l'acide chlorhydrique le minéral réduit en poudre très-fine, et simplement desséché dans le vide. Nous avons constaté par cette analyse l'absence d'alcalis. Dans les deux autres analyses nous avons attaqué par le carbonate de soude le minéral réduit en poudre après calcination; dans ce cas, la magnésie n'a pas été dosée directement; son poids a été déterminé par différence. Nous avons obtenu :

	I.	II.	III.
Silice.	33,36	33,40	33,95
Alumine.	13,24	13,41	13,46
Oxyde chromique.	0,20	0,15	0,24
Oxyde ferrique. . .	5,93	5,73	6,12
Magnésie.	34,21	34,57	33,71
Eau.	12,80	12,74	12,52
	99,74	100,00	100,00

M. Schweiser avait trouvé :

	I.	II.
Silice.	33,82	30,07
Alumine.	9,32	9,69
Oxyde ferreux. .	11,30	11,36
Magnésie.	33,04	32,34
Eau.	11,50	12,58
	98,98	99,04

Ses analyses ne diffèrent des nôtres que par les proportions relatives de l'alumine et de l'oxyde de fer. Cette différence s'expliquerait facilement si, au lieu de considérer le fer comme à l'état de protoxyde, on le supposait à l'état de peroxyde, au moins en partie, et pouvant remplacer une portion de l'alumine.

Nous avons fait plusieurs essais pour déterminer si la pennine renferme de l'oxyde ferreux ou ferrique, et nous croyons pouvoir affirmer qu'elle contient les deux. Pour nous en assurer, nous avons porté de l'acide chlorhydrique à l'ébullition dans un flacon à l'émeril; nous y avons alors introduit une certaine quantité de pennine non calcinée, mais pulvérisée; puis nous avons immédiatement bouché le flacon. Après l'avoir maintenu quelques heures au bain-marie, nous l'avons ouvert dans de l'eau récemment bouillie et encore très-chaude. Le flacon s'en est entièrement rempli, il n'y était resté qu'une petite bulle d'air. La liqueur, éclaircie par le repos et essayée par le prussiate rouge et par le prussiate jaune de potasse, s'est également colorée en bleu dans les deux cas. Comme la dissolution était très-étendue, froide, et qu'elle n'avait nullement eu le contact de l'air, il nous semble résulter certainement de

cette expérience que le fer existe en partie à l'état d'oxyde ferrique dans la pennine.

La formule qui représente le plus exactement la composition de ce minéral est la suivante :

$$2(AlO^3, MgO)+5(SiO^3, 2MgO+2HO),$$

$$\text{ou } 2Al^3Mg+5Si^3Mg^2Aq^2.$$

La composition suivante a été calculée d'après cette formule, en supposant une partie de l'alumine remplacée par de l'oxyde ferrique, et une partie de la magnésie par de l'oxyde ferreux :

Silice.	33,69	
Alumine. . . .	13,75	
Oxyde ferrique.	1,90	
Oxyde ferreux.	3,58	= Oxyde ferrique. 4,00
Magnésie. . . .	33,95	
Eau.	13,13	
	100,00	

On voit qu'elle s'accorde parfaitement avec les résultats de nos analyses. Si la proportion d'eau trouvée par l'analyse paraît plus faible, c'est que pendant la calcination le fer se peroxyde en grande partie. On en a la preuve dans le changement de couleur du minéral, qui, parfaitement blanc et nacré à la première impression du feu, prend une couleur jaune dorée après une longue calcination.

La pennine se trouve dans une gangue de schiste chloriteux et amianthoïde, au milieu des roches serpentineuses qui avoisinent le Mont-Rose. On la trouve en cristaux de diverses grosseurs, dont le diamètre va quelquefois jusqu'à deux pouces. On la rencontre aussi en masses laminaires.

On l'a d'abord remarquée dans la vallée de Binnen, sous la forme de longs prismes hexagonaux ou triangulaires assez engagés dans une gangue

de schiste micacé grisâtre. C'est ce minéral qui, dans l'ouvrage de M. Necker, est désigné sous le nom d'hydrotalc. Plus tard, on l'a trouvée en cristaux mieux caractérisés et plus gros sur les moraines du glacier de Findelen, près de Zermatt, à l'extrémité de la vallée de Viége. Enfin on le cite au pied du Simplon.

Nous avons cru devoir conserver à ce minéral le nom de pennine que lui a donné M. Fröbel, le premier qui en ait publié une description exacte. Nous avons rejeté les noms d'hydrotalc et de wasserglimmer sous lesquels on l'a quelquefois désigné : le premier, parce qu'il conduit à une notion complétement inexacte de la composition chimique du minéral ; le second, parce que l'absence de fluor et d'alcali dans la pennine, l'onctuosité de ses lames et leur défaut d'élasticité, ne permettent pas de la réunir aux micas.

Sa composition diffère de celle de tous les autres minéraux connus ; c'est donc une espèce distincte, mais, comme nous allons le montrer, une espèce très-voisine des chlorites, dont elle possède du reste les caractères extérieurs.

Chlorite hexagonale.—Nous désignerons sous ce nom un minéral portant habituellement celui de talc ou de chlorite, mais auquel les minéralogistes allemands ont plus particulièrement assigné depuis quelques années le dernier de ces noms. Nous y ajoutons l'épithète hexagonale, pour éviter toute confusion avec les matières granuleuses, vertes, mal définies, qu'on trouve dans la craie, au Saint-Gothard avec le feldspath et l'axinite, dans les cristaux de quartz, dans les filons d'étain du Cornouailles, etc., matières qui sont plus gé-

néralement connues sous le nom de chlorite écailleuse.

La chlorite hexagonale paraît être un minéral très-répandu ; nous en avons examiné de deux localités différentes, mais dont les caractères minéralogiques étaient identiques.

L'une accompagne les grenats rouges et le pyroxène transparent de la vallée d'Ala en Piémont ; c'est une substance verte, cristallisée confusément en petites lames hexagonales ou en prismes allongés et contournés. Elle est tendre, onctueuse au toucher, ductile et non élastique, translucide et transparente en lames minces, ne possédant pas le dichroïsme. Elle offre un clivage très-facile parallèlement aux bases des lames hexagonales qui dérivent sans doute d'un rhomboèdre. Sa pesanteur spécifique est de 2,673. Elle se comporte au chalumeau et avec les acides comme la pennine. — L'autre, d'un vert émeraude, est en grandes lames hexagonales confusément entrelacées ; ses caractères sont du reste les mêmes que ceux de la chlorite d'Ala. Sa pesanteur spécifique est de 2,672. Elle provient des environs de Statout, dans les monts Ourals, où elle accompagne aussi des grenats rouges.

La grande analogie qui existe entre la chlorite hexagonale et la pennine nous a engagé à analyser aussi ce minéral. Nous avons fait deux analyses de chacune des variétés que nous venons de décrire. Dans l'une de ces analyses, le minéral, simplement séché, était attaqué par l'acide chlorhydrique ; dans l'autre il était fondu avec du carbonate de soude. Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Chlorite d'Ala.		Chlorite de Sibérie.		Moyenne.	Oxygène.	
Silice. . . .	30,01	30,01	30,27	30,16	30,11	14,47	
Alumine. .	19,11	24,48	19,89	23,53	19,45	9,08	10,49
Oxyde ferr.	4,81		4,42		4,61	1,41	
Magnésie. .	33,15	33,06	33,13	32,73	32,97	12,86	
Eau.	12,52	12,45	12,54	12,58	12,52	11,13	
	99,60	100,00	100,25	100,00	99,96		

Ces résultats se rapprochent beaucoup de ceux qu'ont obtenus MM. de Kobell et Varrentrapp, qui ont tous deux analysé la chlorite d'Achmatowsk (probablement la même que nous). Toutefois il nous est impossible d'admettre, pour les minéraux que nous avons analysés, la formule qu'ont établie ces chimistes. Ils admettent, en effet, que le fer est en entier à l'état d'oxyde ferreux dans les chlorites; or, en dissolvant soit la chlorite d'Ala, soit celle de Sibérie, dans l'acide chlorhydrique bouillant, en évitant complétement l'accès de l'air, nous n'avons jamais obtenu la plus faible trace de coloration bleue par le prussiate rouge de potasse. Il n'y avait donc que de l'oxyde ferrique dans les chlorites que nous avons analysées.

Si l'on cherche quel est le rapport des quantités d'oxygène contenues dans la silice, dans l'alumine et l'oxyde ferrique, dans la magnésie et dans l'eau, on trouve les nombres 18 : 12 : 15 : 13, ce qui conduirait peut-être à la formule :

$$6 Si Al^2 + 12 Si Mg Aq + Mg^3 Aq.$$

Les nombreuses analyses de chlorite exécutées par M. de Kobell ont conduit ce minéralogiste à distinguer deux espèces très-voisines par les caractères minéralogiques, mais séparées par leur composition chimique : la ripidolithe et la chlorite. Si l'on compare les proportions d'oxygène contenues dans les divers éléments de ces deux minéraux et dans ceux de la pennine, on observe un rapport remarquable. En effet, ces rapports sont :

	Silice.	Alumine.	Magnésie.	Eau.
Pour la ripidolithe.	9	6	8	6
Pour la chlorite. . .	12	6	10	8
Pour la pennine. . .	15	6	12	10

Cette observation conduit à représenter ces trois espèces voisines, je dirai presque identiques par leurs caractères extérieurs, par les formules suivantes :

Ripidolithe. . . $2\,Al^3Mg + 3\,Si^3\,Mg^2\,Aq^2$
Chlorite. . . . . $2\,Al^3Mg + 4\,Si^3\,Mg^2\,Aq^2$
Pennine. . . . $2\,Al^3Mg + 5\,Si^3\,Mg^2\,Aq^3$

La chlorite d'Ala et de Slatoust, que nous avons analysée, rentrerait dans la formule générale des ripidolithes, en supposant qu'une petite quantité de magnésie pût être remplacée par de l'eau. En effet, au lieu des rapports 18 : 12 : 15 : 13, on aurait alors 18 : 12 : 16 : 12 comme pour les ripidolithes.

M. Varrentrapp a trouvé pour une variété du Saint-Gothard les rapports 12 : 6 : 12 : 6. Cette variété rentrerait dans la classe des chlorites, en admettant que dans ce cas une portion de l'eau eût été remplacé par de la magnésie.

La proportion d'oxyde de fer très-variable dans

les différentes variétés, et surtout l'analyse faite récemment par M. Delesse d'une chlorite hexagonale des Pyrénées, presque incolore et qui ne renferme qu'une trace de cet oxyde, montrent que sa présence n'est point essentielle, mais qu'il entre seulement en remplacement de l'alumine ou de la magnésie, suivant qu'il est à l'état d'oxyde ferrique ou ferreux.

Talc. — Plusieurs variétés de talc ont été analysées; les résultats diffèrent assez peu en général les uns des autres, et cependant la formule par laquelle on doit représenter la composition de ce minéral est encore fort incertaine. Cette incertitude tient en partie à ce que, dans toutes les variétés connues, il y a une proportion d'eau assez notable, mais très-variable, et que l'on ignore si cette eau est essentielle à la composition du talc ou si sa présence n'est qu'accidentelle. Quelques analyses d'échantillons purs, ne contenant pas d'eau, décideraient probablement la question. L'analyse suivante, faite sur un talc lamelleux de la vallée de Chamouni, qui remplit les conditions que nous venons d'indiquer, nous a paru par cela même mériter d'être rapportée.

Ce talc est en grandes lames flexibles et tendres, d'un blanc verdâtre nacré, ressemblant tout à fait au talc laminaire du Zillerthal. Par une calcination très-prolongée, il ne perd que 0,046 p. o/o de son poids. Nous n'avons pu y découvrir aucune trace de fluor, et une attaque par l'acide fluorhydrique nous a prouvé qu'il ne renfermait pas d'alcali. Il ne contient comme bases que de la magnésie, de l'oxyde ferreux et une trace d'oxyde manganeux, en quantité trop faible pour qu'on puisse le doser.

Il s'attaque en partie par une ébullition prolongée avec les acides concentrés ; mais même après l'avoir fait bouillir pendant 23 heures avec de l'acide sulfurique, il n'y en avait qu'une très-petite portion de décomposée.

Nous avons fait l'analyse de ce talc en le fondant avec cinq fois son poids de carbonate de soude ; nous avons séparé la silice et l'oxyde de fer par les méthodes ordinaires ; la magnésie a été déterminée par différence. Mais comme il importait d'avoir la silice avec une grande exactitude, nous avons eu le soin, après la précipitation du fer par l'hydrosulfate d'ammoniaque, d'évaporer à siccité la liqueur contenant la magnésie, de dessécher fortement le résidu, et de le redissoudre dans de l'eau acidulée pour recueillir la petite quantité de silice qui échappe toujours à la première opération. Nous avons constaté d'ailleurs que toute la silice obtenue se dissolvait complétement dans la potasse.

Deux analyses nous ont donné les résultats suivants :

			Oxygène.	
Silice.	62,58	62,41	32,42	
Magnésie. . . .	35,40	35,49	13,74	14,21
Oxyde ferreux.	1,98	2,06	0,47	
Eau.	0,04	0,04		
	100,00	100,00		

Le rapport des quantités d'oxygène contenues dans la silice et dans les bases est celui de 9 : 4. Ainsi la composition de ce talc se représente par la formule $3SiO^3 + 4MgO$.

La composition, calculée d'après cette formule, serait :

Silice.	62,64
Magnésie. . . .	37,36
	100,00

Elle s'accorde très-exactement avec plusieurs des analyses de talc que l'on possédait déjà.

---

37. *Sur la* SPADAITE ; par M. Kobell. (Rev. scient., t. XVIII, p. 147.)

M. Médicis Spada a trouvé cette espèce en 1842 à Capo di Bovo, près de Rome. Elle est sous forme de conglomérats compactes, intimement mêlés de wollastonite. Sa cassure est imparfaitement conchoïde ; sa couleur est rougeâtre, tirant sur le rouge de chair ; elle a l'éclat nacré. Sa pes. sp. est de 2,5. Elle est facilement attaquée par l'acide chlorhydrique, et l'analyse donne :

Silice.	0,5600
Magnésie.	0,3067
Protoxyde de fer.	0,0066
Alumine	0,0066
Eau.	0,1134
	0,9933

Ce qui conduit à la formule $4MgO\ 3SiO^3 + MgO\ 4HO$.

Nous connaissons maintenant 6 silicates de magnésie hydratés, qui sont :

$2MgO\ 2SiO^3 + Aq$, pikrosmine.
$3MgO\ 2SiO^3 + 2Aq$, pikrophille.
$MgO\ 3SiO^3 + 3Aq$, aphrodite.
$4MgO\ SiO^3 + Aq$, villarsite.
$2MgO\ 3SiO^3 + 4Aq$, dermantine.
$MgO\ 3SiO^3 + 2Aq$, mœrschaum.

Il y a également six composés de silicate et d'hydrate, qui sont :

$2MgO\ 2SiO^3 + MgO\ 2Aq$, serpentine.
$2MgO\ 2SiO^3 + MgO\ 3Aq$, hydrophite.
$3MgO\ 2SiO^3 + MgO\ Aq$, antigorite.
$3MgO\ 2SiO^3 + MgO\ 3Aq$, chrysotil.
$4MgO\ 2SiO^3 + MgO\ 4Aq$, sckillcrsphath.
$4MgO^3\ 3SiO^3 + MgO\ 3Aq$, spadaïte.

La wollastonite qui accompagne la spadaïte est composée de :

Silice. . . .	0,5150 oxyg.	2673
Chaux. . .	0,4545	1272
Magnésie. .	0,0055	21
Eau. . . .	0,0200	177
	0,9950	

38. *Analyse de la* MORADITE; par M. Erdmann de Suède. (Rapp. de M. Berzélius, 4ᵉ année, p. 151.)

Jaune tirant sur le rougeâtre, compacte, à texture cristalline, présentant deux clivages, qui font ensemble un angle de 130°. Elle a l'éclat vitreux, mais sa cassure est mate. Sa pes. sp. est de 3,2673. Elle est composée de :

Silice.	0,5617
Magnésie.	0,3168
Oxyde ferreux. .	0,0856
Eau.	0,0404
	1,0040

Sa formule est $4(Mf)\ Si^2 + Aq$.

Nous possédons par conséquent maintenant 4 bisilicates magnésiques, savoir :

Pikrosmine. . .	$2MS^2 + Aq$.
Moradite. . . .	$4MS^2 + Aq$.
Pikrophille. . .	$3MS^2 + 2Aq$.
Aphrodite. . . .	$4MS^2 + 3Aq$.

39. *Analyse de la* KŒMMERÉRITE; par M. Nordenskœld. (Rap. de M. Berzélius, 4ᵉ année, p. 149.)

Ce nouveau minéral vient de Bissersk, dans le gouvernement de Perm, en Sibérie, je l'ai appelé *kœmmerérite* en honneur du minéralogiste M. Kœmmerer. Il se trouve dans une gangue de fer chromé, et forme tantôt de petits prismes hexagones terminés par des facettes confuses qui présentent un clivage lamelleux perpendiculaire à l'axe du prisme, comme le mica, tantôt des masses lamelleuses ou des paillettes disséminées dans la gangue. Les cristaux sont foncés à la surface; mais les surfaces de clivage ont une couleur rouge violacé qui fait ressembler ce minéral au lépidolithe; ils présentent quelques reflets verts; cependant ces mêmes places sont rouges à la lumière. La pesanteur spécifique en est 2,76 et la dureté est à peu près celle du gypse. En lames minces, il est flexible; il donne une poudre blanche et il est gras au toucher. Au chalumeau, il se sépare en feuillets, perd de l'eau et répand une odeur empyreumatique; il ne fond pas même sur les bords. Le borax le dissout lentement et prend une couleur verte; quand il en est saturé, il devient opaque par le flambé et présente un émail bleu grisâtre. Le sel de phosphore le dissout en laissant un squelette de silice. La perle est brune tant qu'elle est chaude, mais elle devient d'un beau vert par le refroidissement. Mêlé avec une petite quantité de soude, il ne fond pas; quand on en ajoute davantage, il forme une scorie. Quand on chauffe ce mélange sur une lame de platine, il s'en sépare

une combinaison plus fusible, qui s'étend et qui est jaune après le refroidissement. La partie qui n'a pas fondu devient verte. Le flux de lithine n'accuse pas trace d'alcali. Le cobalt produit des taches bleu verdâtre. M. Hartwall l'a analysé et l'a trouvé composé de :

		Rapport de l'oxygène.	
Acide silicique	37,0		19,2
Alumine	14,2	6,6	6,9
Oxydé chromiq.	1,0	0,3	
Magnésie	31,5	12,19	12,96
Chaux	1,5	0,32	
Oxyde ferreux	1,5	0,45	
Eau	13,0		11,6

$$= 2MS + \left.\begin{matrix}A\\Cr\end{matrix}\right\} S + 2Aq.$$

Ce minéral a assez d'analogie avec l'hydrargite d'Achmatowsk, décrite par M. G. Rose; mais il en diffère par les réactions qu'il donne au chalumeau.

D'un autre côté, il se rapproche, par la composition, de la pyrosclérite (M. v. Kobell. Rapp. 1835, p. 210. Éd. S.), et s'en éloigne de nouveau par les caractères extérieurs.

---

40. *Sur la coloration des* SERPENTINES; par M. Vogel. (Jour. d'Erd., t. XXX, p. 474.)

Toutes les serpentines vertes que j'ai examinées sont colorées par de l'oxyde de chrome, et je n'ai trouvé de vanadium dans aucune, contrairement à ce qu'a avancé M. Ficènus.

---

41. *Analyse du* PLÉONASTE *de Snarum, en*

Norwége; par M. Abich. (Rapp. de M. Berzélius, 4ᵉ année, p. 160.)

Alumine	0,6284	oxygène	2936	3124
Oxyde ferrique.	0,0615	—	186	
— ferreux.	0,0387	—	88	1050
Magnésie. . . .	0,2487	—	962	
Silice.	0,0183			
	0,9956			

Ce qui mène à la formule (Mf) (A^3 F^3).

---

42. *Analyse de la* LEUCHTENBERGITE; par M. Komohen. (Rapp. de M. Berzélius, 4ᵉ année, p. 150.)

Ce minéral vient de Sibérie; il ressemble à la xantophyllite, mais il est moins dur. Sa pes. sp. est de 2,71. Il renferme :

Silice.	0,3423
Alumine. . . .	0,1631
Oxyde ferrique.	0,0333
Magnésie. . . .	0,3536
Chaux	0,0175
Eau.	0,0868
	0,9966

---

43. *Analyse du* CHRYSOBÉRIL *du Brésil*; par M. Awdejew. (An. de Pog., t. LVI, p. 118.)

Glucine.	0,1806
Alumine.	0,7871
Oxyde ferreux. .	0,0347
	1,0024

Formule GA^3.

---

44. *Analyse de la* GADOLINITE *et de l'*ORTHITE *de Hitterœn*; par M. Scheerer. (Rap. de M. Berzélius, 4ᵉ année, p. 168.)

Gadolinite. La gadolinite de Hitterœn est composée de :

Acide silicique. . . .	25,59
Glucine.	10,18
Yttria.	44,96
Oxyde lanthanique. .	6,93
— ferreux . . .	12,13
Chaux.	0,23

La méthode qui consiste à employer l'hydrate potassique pour séparer l'yttria de la glucine n'étant pas rigoureuse, j'opère comme il suit : je dissout le minéral dans l'eau régale et évapore presque à siccité; je sépare l'acide silicique, ajoute de l'ammoniaque jusqu'à ce que la liqueur devienne jaune foncé (mais pas rougeâtre), puis de l'acétate ammoniaque en quantité convenable, et je précipite l'yttria avec la petite quantité de chaux qui l'accompagne, au moyen de l'oxalate potassique, sous forme de $\dot{K}\ddot{C} + \dot{Y}\ddot{C}$.

Je traite ensuite la dissolution filtrée par un excès convenable de carbonate ammoniaque, de manière à dissoudre non-seulement la glucine, mais aussi une petite partie de l'oxyde ferrique, et précipite le fer de la liqueur filtrée par le sulfhydrate ammonique, sursature la dissolution, après l'avoir filtrée, avec de l'acide chlorhydrique, et je précipite la glucine par l'ammoniaque caustique. Il faut, après cette opération, que la glucine se dissolve sans résidu dans la potasse caustique.

Orthite. La gadolinite est accompagnée à Hit-

terœn d'un orthite dont la pesanteur spécifique est 3,50; ce dernier est composé de :

Acide silicique. . . .	32,77
Alumine	14,32
Oxyde ferreux. . . .	14,76
— manganeux. .	1,12
— céreux. . . .	17,70
— lanthanique. .	2,31
Yttria.	0,35
Chaux.	11,18
Magnésie	0,50
Potasse.	0,76
Eau.	2,51
	98,28

Cet orthite ne présente pas le phénomène lumineux accoutumé, circonstance que je crois pouvoir attribuer à la présence de la potasse. Cependant les orthites de Fahlun ne présentent pas non plus ce phénomène et ne renferment point de potasse.

---

45. *Analyse du* PYROPE; par M. Apjohn. (Phil. mag., t. XIX, p. 594.)

Le pyrope renferme 3 pour 100 d'yttria. Voici comment on en sépare cette terre : on fond avec du carbonate de potasse et on sépare la silice, on précipite la liqueur acide par l'ammoniaque, on traite le précipité par la potasse, on redissout le résidu lavé dans une petite quantité d'acide chlorhydrique, on ajoute de l'acide tartrique, on précipite le fer par l'hydrogène sulfuré, et enfin en évaporant à sec et calcinant on a l'yttria.

Lorsque cette terre est pure, elle se dissout facilement dans les acides, elle est précipitée par le prussiate de potasse, et elle produit avec le

sulfate de potasse un sel double qui est à peu près insoluble.

46. *Analyse de l'*ANDALOUSITE *de Falhun*; par M. Svanberg. (Rap. de M. Berzélius, 4e année, p. 153.)

L'analyse a donné :

Silice.	0,3765
Alumine	0,5987
Oxyde ferrique.	0,0187
Chaux.	0,0058
Magnésie. . . .	0,0038
	1,0035

Ce qui conduit à la formule $A^3 S^2$.

47. *Analyse de la* PIERRE D'AMAZONE *de l'Oural et de l'*ALBITE *de Miask*; par M. Abich. (Rap. de M. Berzélius, 4e année, p. 161.)

	Albite.	Amazone.
Silice.	0,6845	0,6532
Alumine.	0,1874	0,1789
Oxyde ferrique. . .	0,0027	0,0030
— manganique.	traces.	0,0019
Chaux.	0,0050	0,0010
Magnésie.	0,0018	0,0009
Soude	0,1124	0,0281
Potasse.	0,0065	0,1305
	1,0003	0,9975

La pierre d'amazone renferme en outre une trace d'oxyde de cuivre.

48. *Analyse du* LIMON *du Nil;* par M. Lassaigne. (Jour. de Pharm., t. V, p. 468.)

Silice.	0,4250
Alumine.	0,2425
Magnésie.	0,0105
Peroxyde de fer. . . .	0,1365
Carbonate de chaux. . .	0,0385
— de magnésie.	0,0120
Acide ulmique.	0,0280
Eau.	0,1070
	1,0000

49. *Analyse du* SCHISTE ARGILEUX *de Prague;* par M. Preischel. (Jour. d'Erd., t. XXXI, p. 45.)

Ce schiste est de couleur grisâtre, à feuillets minces, à pâte homogène, contenant seulement quelques paillettes de mica. Il contient :

Potasse.	0,0123
Soude.	0,0211
Strontiane.	0,0030
Chaux.	0,0224
Magnésie.	0,0367
Alumine.	0,1589
Oxyde de fer	0,0585
— de manganèse.	0,0008
Silice.	0,6750
Acides fluorique et phosphorique.	0,0113
	1,0000

Dans les schistes considérés, en général, la proportion de la silice varie de 0,48 à 0,79, celle de l'alumine varie de 0,10 à 23, celle de l'oxyde de fer varie de 0,06 à 0,12, celle de la magnésie varie de 0,016 à 0,044, celle de la chaux de

0,0016 à 0,022, celle de la potasse de 0,012 à 0,047.

---

50. *Analyse du* SCHISTE ARGILEUX *de Benndorf*; par M. Frick. (Chim. appl. à l'agriculture, par M. Liébig, p. 128.)

Ce schiste argileux, traité par l'acide hydrochlorique, a donné :

26,46 parties solubles dans l'acide hydrochlorique.
73,54 parties insolubles dans l'acide hydrochlorique.

Ces deux parties contenaient :

	la partie soluble dans l'acide hydrochlorique.	le résidu insoluble du schiste argileux.
Silice.	22,39	77,06
Alumine.	19,35	15,99
Oxyde de fer.	27,61	1,53
Magnésie.	7,00	0,57
Chaux.	2,42	0,33
Potasse (point de soude).	2,37	3,94
Eau, acide carbonique et perte.	18,86	0,39
Oxyde de cuivre. . . .	»	0,19

---

51. *Composition de la* TOPAZE ; par M. Forchhammer. (Rev. scient., t. XVIII, p. 149.)

D'après l'analyse que j'ai faite des topazes du Brésil, de Trumbull, dans le Connecticut et de Finbo, ce minerai, à l'état de pureté, donne pour produits immédiats : A^2O^3, SiO^3, Fl, ou :

Alumine. .	0,5511
Silice. . . .	0,3552
Fluor. . .	0,1721
	1,0784

Il perd par la calcination de 0,23 à 0,25 de son poids.

---

52. *Analyse de l'*UWAROVITE *de Bisserk, en Sibérie*; par M. Erdmann de Suède (Rap. de M. Berzélius, 4ᵉ année, p. 166.)

Ce minerai cristallise en dodécaèdres rhomboïdaux sur du fer chromé. Les cristaux ont un éclat vitreux très-prononcé, l'éclat de la cassure est plus faible. Il est cassant, la couleur en est d'un beau vert de chrome clair, translucide sur les bords, quelquefois compacte, et alors il est mat. La poudre est d'un vert encore plus clair. Pes. sp. = 3,5145.

En lame mince il se réduit au chalumeau en une scorie vert foncé, qui ne fond pas davantage au feu le plus intense. Le sel de phosphore le dissout lentement et donne une perle d'un vert de chrome, qui devient opaque et vert foncé dans la flamme intérieure; mais il ne se sépare pas de squelette de silice. Il se dissout aussi dans le borax avec une couleur verte, la perle devient opaque sur le charbon par l'addition d'étain. Avec la soude, il produit une scorie jaune verdâtre presque infusible. L'analyse a donné :

		Rapport de l'oxygène.	
Acide silicique. . . .	36,93		19,184
Alumine.	5,68	2,652	
Oxyde ferrique . . .	1,96	0,599	9,777
— chromique. .	21,84	6,526	
Chaux.	31,63	8,988	9,583
Magnésie.	1,54	0,595	
Oxyde cuivrique. .	trace.		
	99,58		

En faisant abstraction des substitutions, on obtient la formule $C\,S + Cr\,S$; ce minéral est, par conséquent, un grenat à base de chaux dans le-

quel l'alumine est remplacée par de l'oxyde chromique.

M. Komonen a analysé le même minéral et a trouvé :

Acide silicique. . .	37,17
Alumine.	5,88
Oxyde chromique.	22,54
— ferreux. . .	2,44
Chaux.	30,24
Magnésie.	1,10
Eau.	1,01
	100,38

M. Komonen n'a point découvert la véritable composition atomique de ce minéral, et il a déduit de ses résultats une formule presque monstrueuse.

---

53. *Sur le* VANADATE CALCIQUE; par M. Ficinus. (Rap. de M. Berzélius, 4e année, p. 152.)

J'ai observé ce minerai sur un échantillon de blende d'une localité inconnue; il est en rameaux d'un rouge brique, feuilleté et très-brillant.

---

54. *Nouveaux gisements de* VANADIUM. (Rap. de M. Berzélius, 4e année, p. 66.)

M. Schultz a trouvé du vanadium dans deux minerais de fer différents de Temnitz dans la Haute-Silésie, et dans les scories d'affinage provenant du traitement de ces minerais.

M. Bodenmann a trouvé à la fois du chrome et du vanadium dans une couche d'hydrate ferrique, près de Steinlade, sur le versant nord-ouest du Hartz.

---

55. *Analyse d'une* SCHEELITE *d'Ekaterinbourg*, par M. Choubine. (An. des mines Russes, 1841, p. 317.)

Sa pes. sp. est de 6,0711; elle a une couleur jaunâtre, un éclat gras et un peu de translucidité. Elle est très-fragile. Sa gangue est le quartz. J'y ai trouvé :

Acide tunstique.	0,7841	. . ...
Chaux	0,1888	(Ca, Mg) W.
Magnésie. . . .	0,0065	
	0,9794	

---

56. *Analyse du* FER MÉTÉORIQUE *du comté de Cocke* (*Ténessée*); par M. Shepard. (Amer. J., octobre 1842.)

La masse météorique trouvée à Cocke était tout à fait à la surface du terrain, et pesait 7 à 8 quintaux. Sa structure est cristalline, et l'on y distingue des veines et des rognons de pyrite magnétique brillante, qui forme environ le sixième de la masse. En outre, on y voit des rognons charbonneux, qui renferment des grains blancs d'argent ressemblant à de l'étain. La densité de ce météorite est de 6,222. Il a donné à l'analyse :

Fer.	0,9380
Nickel.	0,0466
Carbone. Silicium. Phosphore.	0,0010
Sulfate de fer, soufre, eau et perte.	0,0144
	1,0000

Il y existe aussi une petite quantité de chlore;

mais comme l'on sait que les fontes qui ont séjourné longtemps dans la mer, et même les morceaux de fer restés enfoncés dans la terre en contiennent toujours beaucoup, il est possible que ce corps n'y soit qu'accidentel.

Les rognons charbonneux contiennent.

Carbone. . .	0,93
Fer.	0,06
	0,99

57. Fer natif *trouvé dans l'alluvion aurifère de Petropawlovsk, arrondissement de Miask*; par M. Ivanoff. (An. des min. Russes, 1841, p. 381.)

Ce morceau de fer a été rencontré en 1841 à la profondeur de $9^m,6$, sur le sol calcaire que recouvre la couche aurifère. Il pèse $7^k,16$, et a la forme d'un prisme triangulaire irrégulier, à angles et arêtes arrondis. Il est recouvert d'une croûte d'oxyde de 0,002 d'épaisseur; il est malléable, mais un peu plus dur que le fer ordinaire. La masse est compacte, homogène, mais on remarque sur un des côtés une dépression près de laquelle le métal a une tendance à la structure feuilletée. Sa pes. sp. est de 7,76.

Deux échantillons ayant été pris dans deux parties différentes du morceau ont donné 0,069 et 0,070 de nickel, et l'on n'y a pas trouvé trace de carbone ni d'autres substances. Il est évident, d'après cela, que ce fer provient d'une masse météorique.

58. *Analyse du* FER LIMONEUX *de Nischni Novogorod;* par M. Hermann. (J. für Prakt. Chem., t. XXV, p. 365.)

Oxyde ferrique. . . .	0,3057
Acide phosphorique. .	0,0293
— crénique. . . .	0,0108
Oxyde manganique. .	0,0155
Eau.	0,1381
Sable.	0,5028
	0,9922

Peut-être ce minerai renferme-t-il un hydrate particulier $\underline{\ddot{F}e}\ \underline{\dot{H}}^3$.

---

59. *Analyse de* FER LIMONEUX *d'Ivan;* par M. Redtenbacher. (An. der Pharm., t. XLI, p. 308.)

Abstraction faite de sable dont il est mélangé, ce minerai contient :

Oxyde ferrique. . . .	0,4228	oxygène 3
— manganique. .	0,3277	2
Alumine.	0,1030	1
Eau.	0,1466	3
	1,001	

Sa formule est $A^2 Aq + 3 F^2 Aq + 2 M^2 Aq$.

---

60. *Analyse de la* KALIPHITE, *nouveau minéral de Hongrie;* par le capit. Ivanoff. (An. des mines Russes, 1841, p. 338.)

Ce minerai forme une masse d'un brun foncé,

ayant tendance à la structure fibreuse, friable, tendre, d'un aspect résineux et opaque. Sa poussière est d'un brun rougeâtre. Sa pes. sp. est de 2,8. Il est composé de :

Peroxyde de fer.	0,2880
— de manganèse.	0,2813
Eau.	0,1901
Silice.	0,1201
Oxyde de zinc.	0,0630
Chaux.	0,0255
Acide titanique.	0,0120
Alumine	0,0060
Magnésie.	0,0070
	0,9930

Résultat qui est exprimé par la formule :

$$\left(3\,\underline{\dddot{F}}\,\underline{\dot{H}}^{2} + 5\,\underline{\dddot{M}}\,\underline{\dot{H}}^{2}\right) + 2(\dot{Z}\,\dot{C})\,\dddot{Si}.$$

---

61. *Analyse de l'*ACIER DAMASSÉ *de Zlatoust*; par M. Ivanoff. (An. des mines Russes, 1841, p. 391.)

M. Anoçof a trouvé le moyen de fabriquer d'excellent acier damassé. Il m'en a remis une petite lame comme échantillon qu'il destinait à l'analyse; cette lame était trempée et polie d'un bout, et aiguisée à l'autre; elle ployait avec la plus grande aisance; le son en était pur et éclatant; le bout poli et trempé entamait les meilleurs ciseaux anglais, tandis que le bout aiguisé recevait facilement des empreintes et se laissait couper net. J'y ai trouvé :

Carbone.	0,01131
Soufre	0,00014
Silicium.	0,00500
Aluminium. . .	0,00055
Cuivre.	0,00300
Argent.	trace.
	0,02000

Le carbone y est en totalité à l'état de combinaison.

---

62. *Analyse du* GRÈS CUIVREUX; par M. Ivanoff. (An. des min. Russ., 1841, p. 387.)

Pour faire cette analyse, j'ai traité successivement ce grès par l'acide hydrochlorique et par une dissolution bouillante de carbonate de soude. La liqueur acide renfermait du vanadium, du cuivre, du fer, du manganèse, de l'alumine, de la magnésie et de la chaux. J'en ai précipité le vanadium et le cuivre par l'hydrogène sulfuré, et j'ai séparé ces deux métaux l'un de l'autre au moyen du nitre. Deux échantillons ont donné :

Acide muriatique.	Acide vanadique. . .	0,0000	0,0053
	Oxyde de cuivre. . .	0,2308	0,0250
	— de manganèse.	trace.	trace.
	— de fer.	0,0127	0,0419
	Alumine.	0,0275	0,0393
	Magnésie.	0,0246	0,0306
	Chaux.	0,0391	0,0565
Carb. de soude.	Silice.	0,0578	0,1211
	A reporter. . .	0,3925	0,3197

	Report. . .	0,3925	0,3197
Résidus.	Charbon	0,0447	0,0309
	Silice.	0,2913	0,4164
	Oxyde de fer.	0,0023	0,0039
	Alumine.	0,0071	0,0131
	Magnésie.	0,0163	0,0271
	Chaux	0,0196	0,0329
	Potasse.	0,0038	0,0084
Autres éléments.	Soufre.	0,0013	0,0059
	Acide carbonique. . .	0,1266	0,0938
	Eau.	0,0708	0,0290
		0,9763	0,9806

63. *Analyse de produits de la fonte du* MINERAI DE CUIVRE *de Perm*, par le capit. Choubine. (An. des mines de Russie, 1841, p. 319.)

Crasse de l'affinage du cuivre noir. Elle a donné à l'analyse :

Acide vanadique. . .	0,0019
Silice.	0,2985
Oxyde de cuivre. . .	0,0133
Protoxyde de fer. . .	0,6648
Alumine.	0,0043
Magnésie.	0,0037
Chaux	0,0091
	0,9956

C'est un silicate tribasique de protoxyde de fer. Pour séparer le vanadium, on a commencé par le ramener à l'état d'oxyde en faisant chauffer la dissolution muriatique avec de l'alcool, puis on a précipité le cuivre, le fer et l'alumine par un hydrosulfate en excès, et enfin on a séparé le sulfure de vanadium dissous au moyen d'un acide.

Scories provenant du traitement de la fonte cuivreuse pour cuivre noir. Elle contient :

Acide vanadique. . .	0,0157
Silice.	0,1815
Oxyde de cuivre. . .	0,0040
Protoxyde de fer. . .	0,7550
Alumine..	0,0036
Magnésie.	0,0103
Chaux.	0,0197
	0,9898

Scories provenant de la fusion du mélange des scories provenant de la fusion du minerai et de la fonte cuivreuse. Elles contiennent :

Acide vanadique. . .	0,0130
Silice.	0,3161
Oxyde de cuivre. . .	0,0091
Protoxyde de fer. . .	0,5700
Alumine.	0,0148
Magnésie.	0,0158
Chaux	0,0424
	0,9812

Cuivre affiné. Il contient :

Vanadium.	0,0021
Protoxyde de cuivre.	0,0141
Fer.	0,0078
Cuivre.	0,9654
	0,9894

Pour faire l'analyse de ce cuivre, je l'ai traité par une dissolution de nitrate d'argent, puis j'ai précipité successivement de la liqueur filtrée, le cuivre par l'hydrogène sulfuré et le fer par un hydrosulfate en excès ; il est alors resté une dis-

solution de couleur rouge qui contenait tout le vanadium.

Matte de cuivre. On n'en obtient pas plus de 2 livres par pouds de minerai ; elle est mélangée de beaucoup de cuivre métallique. Sa pes. sp. est de 3,704. Elle contient :

Soufre. . . .	0,16812
Vanadium. .	0,00592
Silicium. . .	0,00470
Cuivre. . . .	0,50080
Fer.	0,28081
Aluminium. .	0,00480
Magnésium. .	0,00367
Calcium. . .	0,00607
	0,97489

Loupe cuivreuse. Elle contient :

Carbone.	0,0073
Vanadium.	0,0012
Silicium.	0,0083
Cuivre.	0,1990
Fer.	0,7630
Aluminium.	0,0043
Scories mélangées.	0,0333
Soufre, magnésium, calcium.	traces.
	1,0164

J'ai reconnu par des expériences synthétiques que le meilleur fondant pour les minerais de Perm est un mélange de 1 at. de dolomie et de 1 at. de carbonate de chaux, employé dans la proportion de un peu plus de un quart.

---

64. *Sur les* MINES DE PLOMB *du Missouri et du*

Wisconsin; par M. Hodge. (Amer. Jour., janvier 1843.)

La région où se trouvent les mines dans le Wisconsin a 87 milles de largeur, du nord au sud ; mais le calcaire qui les renferme a une bien plus grande étendue. La région plombifère présente de petites collines boisées ou le plus souvent recouvertes d'un gazon épais ; dans toute cette région on peut rechercher partout le minerai avec chance de succès. Le calcaire plombifère est en couches horizontales qui reposent sur un calcaire bleu et sur un grès dans lequel il n'existe pas de plomb. Le minerai est en filons souvent très-minces, mais dont la puissance atteint quelquefois 50 pieds. Les filons ne contiennent pas tous du minerai. Ceux qui sont de grandes dimensions, lorsqu'ils renferment de la galène, ont leurs parois revêtues de ce minerai sur un pied environ d'épaisseur, et le reste est occupé par de l'argile. Quelquefois à angle droit du filon, on trouve des couches horizontales de galène ; celle-ci se rencontre aussi en rognons dans l'argile.

La galène est accompagnée dans ces mines de sulfure et de carbonate de cuivre en rognons, de blende et surtout de carbonate de zinc, qui quelquefois occupe les filons en entier.

On n'exploite les filons que lorsqu'ils contiennent au moins trois pouces d'épaisseur de galène. Les mineurs vendent le minerai à prix débattu à des entrepreneurs qui les fondent dans des fourneaux semblables à ceux dont on se sert en Angleterre. Il y a actuellement dans le Wisconsin au moins 50 de ces fourneaux, qui produisent

ensemble 300.000 quintaux de plomb. L'exploitation occupe 3.000 ouvriers.

Au-dessus du calcaire plombifère, on trouve dans quelques parties du Wisconsin des couches de houille bitumineuse et des bancs puissants d'une roche siliceuse, caverneuse, extrêmement dure, tout à fait semblable à la pierre meulière des environs de Paris, et comme elle très-propre à faire des meules de moulins; enfin, on y rencontre aussi du fer oligiste qui est extrêmement riche.

Une des plus anciennes et des plus riches mines du Missouri est celle de la Motte, où l'on exploite du plomb depuis plus d'un siècle. Elle s'étend sur plus de 80.000 acres de terrain. Le sol est formé de calcaire et de grès en couches horizontales, au travers desquelles une roche semblable au granite s'est frayé un passage, et c'est au point de contact de cette roche et du calcaire que gisent les bancs métallifères qui contiennent du plomb et du cuivre. L'exploitation est négligée aujourd'hui; cependant elle occupe encore 200 mineurs, et elle produit annuellement 10.000 quintaux de plomb.

En 1838, on a commencé l'exploitation d'une riche mine de cuivre, près de Jackefork, branche du Current-River. Le gîte se trouve dans un lit d'argile au contact d'une roche calcaire et d'une roche porphyrique que l'on croit avoir été soulevée. Le minerai consiste en sulfure de cuivre mélangé de carbonate, et il est accompagné d'hématite.

---

65. *Quantités d'*OR *et de* PLATINE *exploitées en*

Russie pendant l'année 1840. (**An. des mines de Russie, 1841, p. 424.**)

Production de l'or :

Oural.	**299 pouds. =**	**5100 kil.**
Altaï.	**246**	**4033**
Nertchinsk. . .	**6**	**98**
Or de départ. .	**35**	**574**
	586	**9805**

Production du platine :

Oural : 94 pouds = 1540 kil.

---

66. *Analyse des* GAZ *des fourneaux de Freyberg;* par M. le professeur Kersten. (Annuaire des mines de Freyberg, 1844.)

Les intéressantes recherches de M. Bunsen sur la composition des gaz des hauts-fourneaux engagèrent l'administration des mines de Saxe à faire analyser par M. Kersten les gaz des fourneaux de Freiberg, que l'on alimente au coke.

Les recherches postérieures de M. Bunsen ayant fait voir que les gaz des fourneaux qui marchaient à gueulard enflammé renfermaient une plus grande proportion de gaz combustibles que ceux des fourneaux marchant à gueulard obscur, il était à présumer que les gaz des fourneaux de fonte crue seraient plus chargés de matières combustibles que ceux des fourneaux des fontes plombeuses. Les analyses portèrent donc d'abord sur les gaz des fourneaux de fonte crue, et comme on y trouve une proportion de gaz combustibles beaucoup plus faible que dans les gaz des hauts-

fourneaux, on jugea inutile de faire des analyses qualificatives des gaz des fourneaux des fontes plombeuses, sur lesquels on fit seulement quelques essais.

La prise des gaz eut lieu au moyen de canons de fusil vissés bout à bout, recouverts d'un enduit d'argile, portant de 6 pouces en 6 pouces un anneau de fil de fer, et enfoncés verticalement le long de la varme. Ces canons se terminaient par un tube en plomb, recourbé à angle droit, de 12 à 16 pieds de long et d'un demi-pouce de diamètre intérieur. Les gaz qui s'échappaient par l'extrémité du tube de plomb, furent desséchés sur du chlorure de calcium, puis recueillis dans de petites ampoules de verre, suivant le procédé indiqué par M. Bunsen.

On remarqua que ces gaz avaient une odeur très-repoussante, et que leur manipulation donnait des coliques. On en conclut qu'ils renfermaient de l'hydrogène arséniqué, et on s'en convainquit en les faisant arriver dans une dissolution de deutochlorure de mercure, où ils déterminèrent, au bout de quelques heures, un précipité jaune, caractéristique, assez faible, qui fut analysé pour plus de certitude. La teneur des gaz en hydrogène arséniqué est cependant très-minime et insensible à l'analyse.

Les analyses des gaz furent faites eudiométriquement par les procédés déjà publiés par M. Bunsen, et nous n'avons pas à y revenir ici. En voici les résultats :

I. Les gaz furent pris à 3 pieds au-dessous du niveau du gueulard du fourneau n° 5 de l'usine de Halsbrück ; ce fourneau avait 10 pieds de hauteur, marchait à l'air chaud, et on y passait, par

vingt-quatre heures, de 24 à 30 quintaux de minerai.

L'analyse des gaz recueillis a donné en volume :

Azote.	68,72
Acide carbonique.	13,10
Oxyde de carbone.	11,02
Hydrogène protocarboné.	2,91
Hydrogène.	1,12
Acide sulfureux.	3,13
	100,00

II. Les gaz furent pris dans les mêmes circonstances que ci-dessus et dans le même fourneau, à une profondeur de 4 pieds 6 pouces au-dessous du gueulard. Ils avaient une odeur extrêmement repoussante et nauséabonde, et brûlaient avec une flamme bleuâtre.

L'analyse a donné, en volume, pour leur composition :

Azote.	70,73
Acide carbonique.	13,90
Oxyde de carbone.	10,94
Hydrogène protocarboné. .	1,78
Hydrogène.	1,98
Acide sulfureux.	0,66
	99,99

III. Les gaz furent pris à une profondeur de 4 pieds au-dessous du gueulard du fourneau n° 6, lequel était soufflé au vent froid. Sa hauteur était de 7 pieds 6 pouces au-dessus de la tuyère, et on y passait, par vingt-quatre heures, de 24 à 30 quintaux de minerai. Les gaz avaient une odeur repoussante, et brûlaient avec une flamme bleuâtre.

Ils donnèrent à l'analyse, en volume :

Azote.	68,07
Acide carbonique	15,63
Oxyde de carbone. . . .	10,38
Hydrogène.	1,43
Hydrogène protocarboné.	1,36
Acide sulfureux.	3,00
	99,87

Comme la proportion des produits combustibles que renferment les gaz des fourneaux, peut se déduire de la quantité d'acide carbonique que ces gaz contiennent, et que cette détermination se fait très-rapidement, on a fait plusieurs essais pour déterminer cette teneur, et on a trouvé :

qu'à une profondeur au-dessous de la charge supérieure de coke de	les gaz recueillis renfermaient en acide carbonique :
2 pieds.	16,27 p. 0/0
2 pieds 6 pouces.	14,12
3 pieds 6 pouces.	12,7
4 pieds 6 pouces.	13,50
4 pieds 9 pouces.	16,5
5 pieds 3 pouces.	18,00

Résultats qui concordent parfaitement avec les observations de M. Bunsen.

Les gaz qui s'échappent des hauts-fourneaux servant à la fonte des minerais de fer contiennent, d'après M. Bunsen, de 26 à 30 p. o/o d'oxyde de carbone; ce qui correspond, d'après ce professeur, à une perte de 75 p. o/o sur le combustible consommé. Dans les demi-hauts-fourneaux de Freiberg, où la proportion d'oxyde de carbone n'est que de 10 à 11 p. o/o, il n'en résulte qu'une perte de 45 p. o/o sur le combustible; mais, quoique ce soit encore considérable, il paraît difficile de tirer un parti avantageux des gaz qui se dégagent :

1° Parce qu'ils renferment proportionnellement une beaucoup moindre proportion de matières

combustibles que les gaz des hauts-fourneaux;

2° Il se produit aussi proportionnellement moins de gaz que dans les hauts-fourneaux, puisque l'acide carbonique double de volume en se transformant en oxyde de carbone;

3° La section des fourneaux de fonte crue est très-faible, et encore la moitié doit-elle être regardée comme occupée par les minerais.

Au contraire, on pourrait employer avec avantage ces gaz si l'on effectuait la fonte crue des minerais et la refonte des anciennes scories, dans des hauts-fourneaux analogues à ceux du Mansfeld.

Les gaz qui se forment dans les fourneaux des fontes plombeuses contiennent environ 10 p. o/o de gaz inflammable, 20 à 22 p. o/o d'acide carbonique, de l'azote et un peu d'acide sulfureux.

---

67. *Analyse d'une* COMBINAISON CRISTALLINE *qui s'est séparée par un refroidissement très-lent d'une masse de verre fondu*; par Carl. Kersten. (Journ. de chim. d'Erdmann, 1843.)

Un des creusets de la verrerie de Plauen ayant été accidentellement soumis à un refroidissement spontané et très-lent; on a trouvé au fond de ce creuset un verre verdâtre et transparent, qui englobait des nodules blancs, cristallins et tout à fait opaques. Ces nodules se présentent sous la forme de boules, partie isolées, partie groupées ensemble, dont la surface extérieure, examinée à la loupe, paraît hérissée de pointes cristallines. La cassure de ces nodules est rayonnée à partir du centre et a un éclat gras; ils sont plus durs et moins fusibles que le verre qui les environne, et leur pesanteur spécifique est de 2,77.

On a jugé intéressant de soumettre à une analyse comparative les nodules et le verre transparent qui les entourait, afin de pouvoir se rendre compte de leur formation; en voici les résultats :

I. *Verre blanc opaque et cristallin.* — Composition :

			Oxygène.	Rapport.
Silice	58,80		30,54	3
Alumine	3,30	1,54		
Chaux	20,20	5,66		
Protoxyde de fer	3,51	0,80		
Protoxyde de manganèse	4,20	0,93	10,97	1
Magnésie	0,50	0,19		
Potasse	2,70	0,45		
Soude	5,50	1,40		
	98,71			

On a déterminé la potasse et la soude par une attaque au carbonate de baryte, et les autres éléments par une attaque à la potasse en suivant les procédés ordinaires.

Le rapport de l'oxygène des bases à celui de la silice est 1 à 3, et le rapport de l'oxygène de l'alumine à celui des autres bases est 1 à 6, de sorte qu'on peut regarder le verre opaque ci-dessus, comme un silicate neutre dont la formule serait : $Al\,Si^3 + 6\,(C, f, Mn, Mg, K, N)\,Si^3$.

II. *Verre transparent verdâtre.* — Pesanteur spécifique, 2,63.

Composition :

Silice	60,39
Alumine	6,10
Chaux	13,40
Protoxyde de fer	3,10
Protoxyde de manganèse	2,20
Magnésie	0,40
Soude, potasse et perte	14,41
	100,00

L'oxygène de la silice est encore à celui des bases :: 3 : 1 ainsi que dans le verre précédent; mais, en comparant les résultats des deux analyses ci-dessus, on remarque que le verre opaque et cristallin renferme près de moitié moins d'alcalis, beaucoup moins d'alumine et notablement plus de chaux, de magnésie, d'oxyde de fer et de manganèse que le verre transparent, ce qui prouve que pendant le refroidissement de la masse fondue il s'est opéré une séparation des éléments du verre, qui se sont groupés dans des proportions différentes par suite de leurs affinités respectives.

Beaucoup de scories vitreuses présentent des productions analogues qu'il serait intéressant de soumettre à l'analyse. Le géologue trouverait peut-être dans ces recherches la clef de la formation de ces minéraux si variés que l'on trouve dans les roches d'origine volcanique. On rencontre des nodules cristallins analogues dans l'obsidienne, le pechstein, plusieurs porphyres, notamment les trachytes porphyroïdes, etc.

---

68. *Essai des* CONCRÉTIONS BRUN NOIRATRE *du Fruchtschiefer*; par M. Kersten. (Annales de Freyberg, 1844.)

Les concrétions brun noirâtre des variétés de schistes alumineux, connues sous le nom de fruchtschiefer, étaient dans les échantillons qui me furent remis par M. le professeur Naumann, d'une grosseur variant de celle des lentilles à celle des pois. Elles sont à grain fin, opaques même en esquilles minces, et se pulvérisent aisément en donnant une poudre brun noirâtre.

Chauffée dans un tube fermé, cette poudre dé-

gage beaucoup d'eau neutre; chauffée au chalumeau sur une feuille de platine, elle prend une couleur brun rougeâtre. Elle est infusible; seulement des esquilles très-minces s'arrondissent sur leurs bords.

Seule ou humectée d'acide sulfurique, elle ne colore pas la flamme extérieure du dard du chalumeau. Avec le borax elle fond en une perle transparente qui accuse la présence du fer. Elle fond aisément avec le sel de phosphore en laissant un squelette de silice; le verre dénote une forte proportion de fer. Elle fond en bouillonnant avec la soude en un émail noir. Fondue sur une feuille de platine avec du carbonate de soude et du nitre, elle dénote la présence d'une assez forte proportion de manganèse.

L'acide muriatique ne l'attaque qu'incomplétement; la dissolution renferme beaucoup de protoxyde de fer, peu de peroxyde, de l'alumine, de l'oxyde de manganèse, un peu de magnésie et aucune trace de chaux. L'attaque par l'acide sulfurique concentré a fait reconnaître l'absence de l'acide fluorique : l'attaque par le carbonate de baryte a donné seulement une trace de potasse et pas de soude.

L'analyse s'est faite en fondant la substance avec trois fois son poids de carbonate de soude, et a donné, pour 100 :

		Oxygène.	
Silice.	42,50	22,07	
Alumine.	22,30	10,38	
Protoxyde de fer.	18,00	4,10	
Protoxyde de manganèse.	3,60	0,70	5,99
Magnésie.	3,10	1,19	
Potasse.	trace.		

qui peut se traduire par la formule :

$$3(A, F)S + (f, Mn, Mg)S^2 + x Aq.$$

69. *Sur la composition chimique de quelques* ROCHES *et* MINÉRAUX *de Saxe;* par M. le professeur Kersten. (Annuaire des mines de Freyberg pour 1844.)

1) *Minéral de Braunsdorf analogue à l'hypochlorite.* — Ce minéral, d'un beau jaune-serin, a été découvert, il y a un an, dans la mine de *Neue Hoffnung Gottes*. Il forme un enduit d'épaisseur variable dans des druses de quarz. Chauffé au rouge dans un tube fermé, il donne un peu d'eau acide et dégage une odeur bitumineuse; quelquefois il se dégage aussi un peu d'hydrogène sulfuré qui paraît tenir alors au mélange d'une petite quantité de pyrites de fer; ainsi chauffé le minéral perd sa couleur et devient brun.

Chauffé au chalumeau sur le charbon, il donne une trace d'un précipité blanc qui ne disparaît pas à la flamme de réduction, mais dont la nature, par suite de sa faible proportion, n'a pu être déterminée avec certitude.

Fondu avec le carbonate de soude, il donne un précipité antimonial sensible; la scorie formée, déposée sur une feuille d'argent, indique la présence du soufre; seul il est infusible au chalumeau.

Fondu avec du borax, il donne une perle transparente qui indique la présence du fer.

Avec le sel de phosphore, il se décompose difficilement en laissant un squelette de silice. La perle que l'on obtient est jaune à chaud, et incolore lorsqu'elle est refroidie.

Fondu sur une feuille de platine avec du carbonate de soude et du nitre, il décèle la présence du manganèse.

Humecté avec de l'acide sulfurique et chauffé à l'extrémité du dard du chalumeau, il indique visiblement, par la couleur de la flamme, la présence de l'acide phosphorique.

L'acide muriatique l'attaque très-peu. La dissolution jaune que l'on obtient renferme du fer à l'état d'oxyde et ne précipite pas par le perchlorure d'or.

Pour analyser ce minéral on l'a fondu avec quatre fois son poids de carbonate de soude. On a séparé la silice, puis fait passer dans la dissolution, un courant d'hydrogène sulfuré qui a précipité l'antimoine à l'état de sulfure. On a ensuite peroxydé par l'acide nitrique, cherché s'il existait de la chaux dont on n'a pas trouvé de traces, et précipité l'oxyde de fer par l'ammoniaque caustique. On a séparé l'acide phosphorique de cet oxyde par l'ébullition avec de la potasse caustique, puis on l'a dosé par le procédé ordinaire. En résumé l'analyse a donné, pour 100 :

Silice.	88,50
Oxyde de fer.	5,01
Oxyde d'antimoine. .	3,01
Acide phosphorique. .	2,03
Eau.	1,00
Acide sulfurique. . . } Magnésie. . . . . . . } Oxyde de manganèse. }	traces.
	99,55

De sorte que ce minéral est un mélange de phosphate basique de fer et d'antimoine et de silice, et provient probablement de la décomposition d'autres minéraux.

Les variétés friables de ce minéral renferment beaucoup moins de silice. Sa belle couleur verte

est probablement due au sous-phosphate de fer hydraté qu'il renferme.

2) *Marbre blanc grenu de Drehbach, près Thum.* — L'analyse a donné pour sa composition :

Carbonate de chaux. . . .	96,30
Carbonate de magnésie. .	2,42
Silice.	0,72
Carbonate de manganèse.	0,40
Oxyde de fer.	trace.
	99,84

3) *Essai pour vanadium de plusieurs variétés de pechblende et d'urane phosphaté, de Johanngeorgenstadt.* — Wohler ayant trouvé du vanadium dans quelques pechblendes, on essaya plusieurs échantillons extrêmement purs de ce minéral venant de Johanngeorgenstadt, et on y reconnut, en effet, la présence d'une faible quantité de vanadium. Au contraire l'urane phosphaté de la même localité n'en a pas accusé de traces.

4) *Présence du vanadium dans un minerai de fer.* — Ayant reconnu la présence du vanadium dans les produits de l'usine à fer de Frederic-August, près Plauen, on essaya les divers minerais qui alimentent cette usine, et on trouva que le minerai de fer de *Maxen*, près Pirna, composé de schiste alumineux, imprégné d'oxyde de fer, renfermait du vanadium.

5) *Présence du chrôme dans l'oxyde de fer magnétique de Seegen Mutter Gattes, près Alterberg.*

6) *Minerai de fer des prairies de Polens.* — L'analyse a donné, pour 100 :

Oxyde de fer.	47,20
Sable siliceux.	42,70
Acide phosphorique. .	0,82
Alumine.	1,20
Eau.	7,50
Oxyde de manganèse.	trace.
	99,42

7) *Hématite brune de Siebelehn.*— L'analyse a donné, pour 100 :

Oxyde de fer.	42,00
Silice, en grande partie à l'état de sable quartzeux.	45,00
Alumine.	0,50
Eau, traces d'oxyde, de manganèse et de magnésie.	11,50
Acide phosphorique.	0,70
	99,70

8) *Porphyre feldspathique formant un filon près de l'usine dite de Muldner Schmelzhutte.* — L'analyse a donné, pour 100 :

Silice.	68,56
Alumine.	15,30
Potasse.	7,50
Soude.	2,62
Oxyde de fer.	4,25
Chaux.	0,50
Magnésie.	0,20
Acide sulfurique. . . } Oxyde de manganèse. }	traces.
	98,93

---

70. *Sur la présence du* VANADIUM *dans les différents produits des usines à cuivre du Mansfeld, de Sangershausen en Thuringe, et de Friedrichshütte près Richelsdorf en Hesse, qui traitent le schiste cuivreux*; par

Carl Kersten de Freyberg. (Ann. de Poggendorf 1843.)

M. Kersten a déjà fait remarquer, dans les Annales de Poggendorf, que l'analyse lui avait démontré la présence du vanadium dans les laitiers bleuâtres de la fonte crue des schistes cuivreux du Mansfeld. Plus tard il découvrit que les autres laitiers en renfermaient aussi, mais, les laitiers grisâtres en moindre proportion. Encouragé par ces résultats, M. Kersten s'est procuré huit variétés différentes de laitiers de la fonte crue des schistes cuivreux de Sangershausen en Thuringe et les a essayées. Il a également reconnu qu'elles renfermaient toutes du vanadium; les laitiers bleus et noirs en renfermaient le plus, les laitiers bruns et gris en contenaient le moins. Il essaya ensuite trois variétés de laitiers de l'usine à cuivre dite Friedrichshütte, située près de Riechelsdorf (Hesse), qui accusèrent aussi la présence du vanadium.

On est donc porté à penser que le vanadium accompagne constamment le schiste cuivreux.

La teinte des laitiers bleus de la fonte du schiste cuivreux, se rapprochant de celle des combinaisons de l'oxyde bleu de vanadium, on est porté à l'attribuer à la présence de cet oxyde. Dans les scories noires et brunes, la teinte bleue serait masquée par un excès d'oxydule de fer dans le premier cas, et d'oxydule de cuivre dans le second. Ce serait un phénomène analogue à la teinte vert foncé ou noire que prennent les verres de cobalt lorsqu'ils renferment une grande quantité de protoxyde de fer. Peut-être aussi la coloration des laitiers ci-dessus en bleu serait-elle

due en partie à de l'oxyde bleu de molybdène. On ne peut du reste attribuer cette coloration à de l'oxyde de cobalt, car dans ce cas elle ne disparaîtrait pas en fondant ces laitiers au chalumeau avec du borax; elle disparaît même lorsqu'on refond à part les laitiers qui prennent alors une couleur noire ou vert foncé.

Pour essayer les autres produits des usines à cuivre, on les oxyda d'abord par le grillage à l'air, puis on les chauffa pendant plusieurs heures au rouge vif avec un mélange de carbonate de soude et de nitre. On épuisa les matières fondues par l'eau bouillante, on filtra, on évapora les liqueurs filtrées à siccité, et on essaya les résidus, pour vanadium, par les procédés connus, qui décélèrent la présence de ce métal, non-seulement dans les diverses mattes et le cuivre noir, mais même dans le cuivre rosette.

Comme le vanadium et les alliages de ce métal préparés par Berzélius ne sont aucunement malléables, on peut se demander si l'on ne doit pas lui attribuer une partie des difficultés que présente le raffinage des cuivres noirs du Mansfeld et de la Hesse, ce que l'on expliquait, tantôt en admettant que le cuivre avait dissous une certaine quantité d'oxydule de cuivre, tantôt qu'il renfermait encore du carbone, du fer, du plomb, etc.

---

71. *Sur la composition chimique des produits de la décomposition spontanée des* MINERAIS *de* COBALT *et de* NICKEL; par M. le professeur Kersten. (Ann. de Freyberg 1844.)

Les produits de la décomposition spontanée des minerais de cobalt sont les deux variétés de cobalt

arséniaté connues sous le nom de *kobalt blüthe* et *kobalt beschlag*, et dans des cas très-rares le *cobalt sulfaté*. Les deux premiers de ces minéraux, d'après l'examen qui suit, diffèrent complétement par leur composition chimique, et tandis que le premier minéral offre une composition constante, le second est un mélange en proportions variables de deux combinaisons chimiques distinctes.

I. *Kobalt blüthe*. (Erythrine de M. Beudant.) — Le cobalt arsenical paraît être le seul minerai de cobalt, dont la décomposition spontanée produise du kobalt blüthe, qui l'accompagne fréquemment, tandis qu'on n'en trouve aucune trace avec les minerais de cobalt gris et de cobalt sulfuré de Tunaberg, Skutterud, Müsen et Riddarhyttan.

Quoique l'on trouve fréquemment le kobalt blüthe dans les filons qui contiennent du cobalt gris, il est à remarquer qu'ils ne se trouvent jamais associés ensemble, et l'on rencontre le kobalt blüthe, soit dans des veines de quarz, de baryte sulfatée ou de spath calcaire, soit dans des druses de quarz et de calcédoine, qui ne renferment pas de cobalt arsenical. Le *kobalt beschlag*, au contraire, se trouve le plus souvent à l'état pulvérulent sur les minerais mêmes d'où il provient, et y forme une espèce d'enduit. Aussi est-on porté à croire que ces deux produits se sont formés d'une manière toute différente : le kobalt blüthe aura cristallisé dans une dissolution probablement d'acide arsénique, tandis que le *kobalt beschlag* serait le produit immédiat de l'oxydation, par les agents atmosphériques, du cobalt

arsenical avec lequel on le trouve intimement associé.

Les diverses variétés de kobalt blüthe qui furent soumises à l'analyse, provenaient des mines de Schneeberg. Elles étaient de la plus grande beauté, presque transparentes, d'un beau rouge fleur de pêcher ou cochenille et nullement désagrégées; elles se composaient en partie de cristaux aciculaires isolés de 1/2 pouce de longueur, en partie de masses bacillaires et rayonnées. La densité d'un cristal parfait venant de la mine de Rappold fut trouvée de 2,836.

Exposé pendant longtemps à la lumière solaire, le kobalt blüthe pâlit, perd de sa transparence, ainsi qu'une petite quantité de son poids, ce qui est probablement dû à ce qu'il se dégage un peu d'eau.

Chauffé dans un tube fermé, le kobalt blüthe perd sa couleur rouge fleur de pêcher ou cochenille, avant d'atteindre la température rouge; la couleur qu'il prend alors varie suivant les échantillons, il ne devient d'un bleu de cobalt par l'action de la chaleur, que quand c'est de l'arséniate de cobalt tout à fait pur; si une partie de l'oxyde de cobalt, comme c'est le cas pour beaucoup de variétés de Schneeberg, est remplacée par du protoxyde de fer, il prend, lorsqu'on le chauffe à l'abri du contact de l'air, une couleur verte, brun jaunâtre ou brune. Ce changement de couleur est dû au départ de l'eau qu'il renferme, et les variétés vertes de kobalt blüthe de Rappold près Schneeberg, sont de l'arséniate de protoxyde de cobalt anhydre, dans lequel une partie de l'oxyde de cobalt est remplacée par du protoxyde de fer

$$(\dot{C}o, \dot{f})^3 \dddot{\dot{A}}s^5.$$

Les dernières parties d'eau ne se volatilisent qu'au rouge vif. Le kobalt blüthe pur chauffé dans un tube fermé ne donne point de dégagement d'acide arsénieux. L'eau n'a point d'action sur lui. L'acide nitrique le dissout aisément et complétement à froid, en donnant une dissolution rouge pâle. Qu'on opère à froid ou à chaud on ne remarque pas qu'il se dégage d'oxyde d'azote, ou qu'il se sépare d'acide arsénieux. Il se dissout également à froid dans l'acide muriatique; la dissolution est rosée, et concentrée sur le feu elle devient bleue, ou verte si elle renferme du protoxyde de fer. Chauffé avec une dissolution de potasse, il se colore en noir, tandis que la dissolution prend une belle teinte bleue.

A. *Cobalt blüthe cristallisé, rouge cramoisi, de la mine Wolfgang Massen, près Schneeberg.* — L'analyse qualitative y a démontré la présence de l'acide arsénique, de protoxyde de cobalt, d'eau, d'un peu de protoxyde de fer et d'une trace de protoxyde de nickel, et l'absence des acides arsénieux, phosphorique et fluorique. L'eau dégagée par la chaleur était neutre aux réactifs, et se vaporisait sur un verre de montre sans l'attaquer et sans laisser de résidu. D'après la moyenne de deux analyses on a trouvé pour 100 :

Protoxyde de cobalt.	36,520
Protoxyde de fer. . .	1,011
Acide arsénique. . .	38,430
Eau.	23,102
Oxyde de nickel. . .	traces.
	99,063

B. *Kobalt blüthe d'un rouge fleur de pêcher de la mine de Rappold, près Schneeberg.* — L'échantillon soumis à l'analyse avait une cou-

leur rouge fleur de pêcher passant un peu au gris de perle, et était en masses bacillaires, fortement translucides sur les bords. Sa densité était de 2,912. Chauffé dans le matras, il devint d'abord opaque, puis prit une couleur vert sale, ce qui annonçait une forte proportion d'oxyde de fer. Il ne se dégagea pas d'acide arsénieux; l'eau chassée par la chaleur était neutre aux réactifs, et ne laissa par l'évaporation aucun résidu. On ne trouva pas de traces de nickel, ainsi que d'acides phosphorique, sulfurique et fluorique. L'analyse a donné pour 100 :

Protoxyde de cobalt.	33,420
Protoxyde de fer. . .	4,010
Acide arsénique. . .	38,298
Eau.	24,084
	99,812

C. *Analyse d'un minéral de Schneeberg, ressemblant au kobalt blüthe.* — Ce minéral donné par M. le baron de Herder, accompagne le cobalt arsenical grisâtre, sous la forme de petits globules d'un rose vif, à surface glanduleuse et rude; sa cassure est rayonnée comme celle de la wawellite; il a l'éclat nacré, la dureté de la chaux carbonatée, et donne une poudre blanche; en esquilles minces, il est translucide et légèrement flexible; il a été trouvé dans un filon calcaire de la mine de Daniel, à 60 lachters de profondeur au-dessous du sol.

Ce minéral chauffé dans un tube fermé donne de l'eau neutre aux réactifs, sans trace d'acide arsénieux, et le résidu est violet. Grillé sur le charbon il dégage des vapeurs arsenicales. Le résidu donne avec le borax, au feu d'oxydation, un

verre bleu, qui sur le charbon et au feu de réduction ne produit pas de nickel métallique; le verre reste d'un bleu pur. Fondu au chalumeau, sur un fil de platine, le verre reste bleu à chaud et après le refroidissement; il s'ensuit donc que ce minéral ne renferme ni nickel ni oxyde de fer. Il est insoluble dans l'eau. L'acide nitrique le dissout en se colorant en rouge pâle, sans donner lieu à aucun dégagement gazeux. Après avoir précipité de la dissolution, l'acide arsénique par l'acétate de plomb et l'oxyde de cobalt par l'hydrosulfate d'ammoniaque, on obtient par l'oxalate d'ammoniaque un abondant précipité d'oxalate de chaux; le carbonate et le phosphate de soude versés dans la liqueur filtrée, y ont démontré l'absence de la magnésie et de l'oxyde de manganèse.

En résumé l'analyse a donné pour 100 :

Acide arsénique. . .	38,10
Protoxyde de cobalt.	29,19
Chaux.	8,00
Eau.	23,90
	99,19

Ici une partie de l'oxyde de cobalt est remplacée par de la chaux; ce minéral se rapproche beaucoup, s'il n'est pas identique, de celui décrit par M. Levi sous le nom de *roselite*, et il forme en quelque sorte le passage du *kobalt blüthe* à la pharmacolithe.

Les diverses analyses ci-dessus peuvent se résumer dans la formule

$$(Co, f, Ni, Ca)^3 As^5 + 8 Aq,$$

ou plus simplement

$$Co^3 As^5 + 8 Aq,$$

composition analogue à celle de la *vivianite*, qui

d'après Rose a la même forme cristalline, et a pour formule d'après Stromeyer $f^3P^5 + 8$ Aq.

II. — *Kobalt beschlag*. (Rhodoïse de M. Beudant.) — Le *cobalt beschlag* provient de l'altération du cobalt arsenical, plus rarement de celle du cobalt gris et jamais de celle du cobalt sulfuré. Les uns le regardaient comme du kobalt blüthe délité, les autres, comme de l'arsénite de cobalt, d'autres enfin comme un mélange d'arsénite et d'arséniate de cobalt.

L'analyse a montré qu'aucune de ces hypothèses n'était exacte, et que ce minéral était composé d'acide arsénieux, d'arséniate de cobalt et d'eau.

Mis en digestion avec de l'eau chaude, il se dissout une quantité notable d'acide arsénieux, qui cristallise par le refroidissement. Quelquefois l'eau se colore en rose pâle et renferme alors des traces de sulfate de cobalt.

Chauffé graduellement dans un matras, il se dégage d'abord des vapeurs d'eau; il se sublime ensuite beaucoup d'acide arsénieux, mais jamais d'arsenic métallique, et il reste un résidu violet. S'il y a du fer, le résidu prend une couleur brun sale. Ce résidu se dissout complétement, sans dégager d'oxyde d'azote, dans l'acide nitrique, et il ne se dégage de traces de ce gaz que dans le cas où il est brun, et renferme par conséquent du protoxyde de fer. La dissolution ne renferme pas d'acide arsénieux; ce même résidu dissous dans l'acide muriatique ne précipite en jaune par l'hydrogène sulfuré qu'après une longue digestion. Le minéral lui-même ne renferme donc pas d'acide arsénieux combiné avec l'oxyde de cobalt ou d'arsénite.

L'analyse a donné, pour 100, dans un kobalt-

beschlag de la mine de Wolfgang-Maassen, près Schneeberg :

Acide arsénieux libre.	50,10
Acide arsénique.	19,10
Protoxyde de cobalt.	16,60
Protoxyde de fer.	2,10
Eau.	11,90
Oxyde de nickel et acide sulfurique.	traces.
	99,80

On a trouvé pour la composition d'un autre kobaltbeschlag de Marcus Röhling, près Annaberg :

Acide arsénieux libre.	48,10
Acide arsénique.	20,00
Protoxyde de cobalt.	18,30
Protoxyde de fer.	1,10
Eau.	12,13
Oxyde de nickel. Chaux. Acide sulfurique.	traces.
	99,63

Deux autres échantillons de la mine de Daniel, près Schneeberg, donnèrent l'un : 53, 2 p. 100 d'acide arsénieux et 12, 4 p. 100 d'eau ; l'autre 50, 1 p. 100 d'acide arsénieux et 12, 5 p. 100 d'eau.

Il résulte des analyses ci-dessus que le kobaltbeschlage est un mélange d'acide arsénieux et d'arséniate bibasique de cobalt à huit atomes d'eau.

III. *Cobalt sulfaté.* — On trouve quelquefois parmi les produits de la décomposition du cobalt arsenical, du cobalt sulfaté en cristaux aciculaires d'un rouge de chair et transparents ; ils se dissolvent complétement dans l'eau qu'ils colorent en rouge, et renferment seulement du sulfate de protoxyde de cobalt pur.

IV. *Recherches sur la préparation artificielle*

du kobalt blüthe. — On abandonna à elles-mêmes pendant huit mois dans le vide, ainsi que sous une cloche et sur l'acide sulfurique concentré, des dissolutions soit acides, soit aussi neutres que possible d'arséniate de cobalt; il se sépara des masses rayonnées d'un rouge fleur de pêcher, qui ont de l'analogie avec le kobalt blüthe, mais qui sont solubles dans l'eau et sont formées d'arséniate neutre (ce qui n'était guère difficile à prévoir d'avance).

En suspendant, dans les dissolutions ci-dessus, à l'extrémité d'un fil de platine, des fragments de chaux carbonatée, dans le but de produire un arséniate de cobalt basique et insoluble, on obtint des petits cristaux aciculaires d'un rouge cramoisi, qui, d'après l'analyse, se composaient essentiellement d'arséniate de chaux; on n'obtint pas de meilleurs résultats en remplaçant la chaux carbonatée par du carbonate de soude cristallisé, de la potasse caustique et du carbonate de baryte, ce qui fit cesser ces recherches.

V. *Sur les produits de la décomposition spontanée des minerais de nickel.* — Les minerais de nickel, à l'exception du nickel sulfuré antimonial et du nickel sulfuré bismuthifère, paraissent s'altérer plus rapidement à l'air humide que les minerais de cobalt, et donnent alors du nickel arséniaté pulvérulent.

Les diverses variétés de nickel arséniaté soumises à l'analyse, furent d'abord desséchées au bain-marie, puis fondues avec du carbonate de soude. La masse jaune fondue fut reprise par l'eau, saturée par l'acide nitrique, filtrée, et l'arsenic fut séparé par l'hydrogène sulfuré. Ce sulfure fut

analysé par l'eau régale, on dosa le soufre et on en déduisit l'arsenic par différence.

1) *Nickel arséniaté du toit du filon Gottes gesckik, près Schneeberg.* Chauffé dans le matras il donne de l'eau légèrement acide et pas d'acide arsénieux (résidu jaune). L'eau pure en extrait une trace de sulfate de nickel et de sulfate de chaux.

L'analyse a donné pour 100 :

Protoxyde de nickel. .	36,20
Protoxyde de cobalt. .	1,53
Acide arsénique. . . .	38,30
Eau.	23,91
Protoxyde de fer. } Chaux. . . . . . } . . . Acide sulfurique. }	traces.
	99,94

2) *Nickel arséniaté de la mine d'Adamheber près Schneeberg.* — Chauffé dans le matras, il donne de l'eau renfermant une trace d'acide sulfurique; le résidu est jaune. Lorsqu'on le traite par l'eau, on obtient une dissolution qui, concentrée par l'évaporation, prend une légère teinte rose, et renferme du sulfate de cobalt, mais pas d'oxyde de fer, ni de chaux.

L'analyse a donné pour 100 :

Protoxyde de nickel.	35,00
Protoxyde de fer.	2,21
Acide arsénique.	38,90
Eau.	24,02
Sulfate de protoxyde de cobalt. .	traces.
	100,13

3) *Nickel arséniaté de Weissen hirsch, près Schneeberg.* — Chauffé dans le matras il se dégage de l'eau, puis il se sublime une faible quan-

tité d'acide arsénieux. Traité par l'eau, il donne une dissolution incolore, dans laquelle on reconnaît la présence d'une trace de chaux par l'oxalate d'ammoniaque et d'une trace d'acide sulfurique par le muriate de baryte; l'hydrogène sulfuré en précipite immédiatement un peu de sulfure d'arsenic.

L'analyse a donné pour 100 :

Protoxyde de nickel (renfermant un peu de cobalt).	36,10
Protoxyde de fer.	1,10
Acide arsénique.	37,21
Acide arsénieux.	0,52
Eau.	23,92
Sulfate de chaux.	trace.
	98,85

Ces analyses s'accordent avec celles du nickel arséniaté de Riechelsdorf (M. Stromeyer), et d'Allemont (M. Berthier); on peut les résumer par la formule $Nc^3 As^5 + 8 Aq$ de même forme que celles du cobalt arséniaté et de la vivianite.

---

72. *Sur la transformation du* SULFATE DE PLOMB *en galène par les substance organiques*, par Carl. Kersten. (Journ. de chim. d'Erdmann, 1844.)

On admet généralement que le sulfate de plomb, que l'on rencontre surtout à la partie supérieure des filons, est dû à une transformation pseudomorphique de la galène : ainsi Blum dit que l'on a trouvé dans un filon du Rammelsberg près Goslar, enclavé dans la grauwacke, des cristaux cubiques de galène entièrement transformés en sulfate de plomb. D'un autre côté, M. Fournet, dans un mémoire sur les divers minerais de plomb, rap-

porte qu'il est fait mention par d'anciens minéralogues de morceaux de bois et d'os humains incrustés de galène, et il dit à cette occasion que l'on pourrait peut-être expliquer ces phénomènes en admettant qu'ils sont dus à une réduction du sulfate de plomb par des substances organiques. C'est dans le but de vérifier cette hypothèse que l'on a entrepris les recherches suivantes. On prépara d'abord du sulfate de plomb en précipitant par l'acide sulfurique une dissolution très-étendue d'acétate de plomb. Le précipité lavé avec soin à l'eau bouillante, fut partagé encore humide dans trois verres à pattes A, B et C, et on ajouta dans le verre A un peu de sucre en dissolution, dans le verre B une feuille verte de fraisier, et dans le verre C quelques petits morceaux de bois pourri. On versa ensuite dans chaque verre de l'eau distillée, jusqu'à une hauteur d'environ 4 centimètres, et après les avoir recouverts avec une feuille de verre, on les abandonna à eux-mêmes pendant l'espace de huit mois, au bout desquels on en examina le contenu.

La masse de sulfate de plomb contenu dans le verre A avait pris une couleur jaune pâle, et offrait à la surface une teinte brunâtre; après avoir enlevé à l'aide d'une pipette la moisissure et le liquide trouble qui recouvraient le sulfate de plomb, et avoir lavé ce dernier à plusieurs reprises, on en fit digérer une partie dans un verre à part, avec de l'acide muriatique concentré; il se dégagea de l'acide carbonique, ainsi qu'une petite quantité d'hydrogène sulfuré que l'on reconnut à ce qu'il brunit un papier trempé dans une dissolution d'acétate de plomb et placé au-dessus du verre.

On fit alors digérer le reste du sulfate d e plom

avec une dissolution concentrée d'acétate d'ammoniaque; le sulfate de plomb fut dissous, et il resta un résidu brun et pesant, que l'on fit de nouveau digérer avec une nouvelle quantité d'acétate d'ammoniaque concentré, afin de séparer le sulfate de plomb qu'il pouvait encore renfermer. Une partie de ce résidu, traitée par l'acide muriatique concentré, donna lieu à un dégagement d'hydrogène sulfuré noircissant promptement un papier imbibé d'une dissolution d'acétate de plomb placé au-dessus, et même sensible à l'odorat. Une autre partie de ce même résidu chauffé sur la lampe à esprit-de-vin, dans un tube ouvert par les deux bouts, donna un dégagement d'acide sulfureux.

L'eau du verre B était en grande partie évaporée, recouverte d'une moisissure blanchâtre, et tenait en suspension de petits flocons blancs mucilagineux. Le sulfate de plomb s'était coloré en brun à la surface et aux points où il s'était trouvé en contact avec la feuille de fraisier; la feuille elle-même était en grande partie décomposée; le reste formait une masse jaunâtre mucilagineuse. Le sulfate de plomb isolé par décantation et lavage des substances organiques, traité absolument de même que dans le cas précédent, donna lieu aux mêmes réactions.

Dans le verre C, où le bois s'était recouvert d'une moisissure blanchâtre, le sulfate de plomb s'était coloré en jaune à la surface, et avait conservé la couleur blanche à l'intérieur. Après l'avoir lavé, il donna, traité comme ci-dessus, les mêmes réactions, mais beaucoup moins sensibles.

Ces trois essais montrent qu'en présence des matières organiques, le sulfate de plomb se trans-

forme en sulfure de plomb, et que cette réduction s'opère beaucoup plus rapidement par les feuilles vertes des végétaux, que par le bois pourri; ce qui vient à l'appui des considérations énoncées plus haut.

En outre, il est probable, d'après les recherches de M. Haidinger, que la galène se produit souvent aussi, dans la nature, par la réaction de l'hydrogène sulfuré sur les phosphate, carbonate et sulfate de plomb.

JURISPRUDENCE DES MINES;

Par M. DE CHEPPE, maître des requêtes, chef de la division des mines.

MINES. — INDIVISIBILITÉ DES CONCESSIONS.

Les actes par lesquels des concessionnaires se partagent l'exploitation de leur concession sont prohibés par la loi. — Il en est de même des amodiations ou louages partiels. — Ces actes sont essentiellement nuls et ne peuvent produire aucun effet, même civil. — Chacun des contractants a le droit de se refuser à leur exécution et d'en faire prononcer l'annulation. — Cette cause de nullité relative au partage et à l'amodiation, étant d'ordre public, peut être opposée à tous les degrés de juridiction.

Nous avons, dans plusieurs occasions, rappelé les règles relatives au partage et à l'amodiation des mines (1). Un arrêt de la cour de cassation, du 4 juin 1844, vient de leur donner une consécration nouvelle.

Aux termes de l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, une concession de mines ne peut être vendue par lots ou partagée sans une autorisation préalable du gouvernement, donnée dans les mêmes formes que la concession elle-même.

De ce principe d'*indivisibilité*, il résulte que non-seulement on ne peut détacher d'une concession aucune portion par vente ou autre acte quelconque, mais encore qu'il est interdit aux concessionnaires d'affermer à des tiers des parties du gîte, ni de s'attribuer individuellement tel ou tel champ d'exploitation; que les travaux doivent toujours être conduits avec ensemble, avec unité.

Ces conséquences des prescriptions de la loi de 1810 ont été nettement formulées dans la loi du 27 avril 1838.

(1) Voir notamment le tome III, 4e série des *Annales des mines*, pages 364 et suiv.

C'est afin d'assurer cette unité dans chaque concession que l'article 7 de cette dernière loi impose aux concessionnaires l'obligation de justifier qu'ils ont pourvu, par une convention spéciale, à ce que l'exploitation soit soumise à une direction unique et coordonnée dans un intérêt commun, sous peine de l'interdiction de leurs travaux et de l'application, s'il y a lieu, des dispositions répressives contenues dans les articles 93 et suivants de la loi du 21 avril 1810 (1).

Voici comment s'exprimait à cet égard le rapporteur de la loi de 1838, à la chambre des députés.

« Tant que les exploitations ouvertes dans le sein » d'une même concession sont dirigées suivant un plan » et d'après un but unique, la variété des exploitations, » le choix de leur directeur et le mode de répartition » de leurs produits n'interessent pas l'État. Mais à » l'instant où cette unité des travaux cesse, il n'y a plus » d'unité de concession, et ce principe, l'Etat doit le » maintenir, car autrement la cupidité et l'anarchie » auraient promptement dévoré les mines. »

Le rapporteur de la commission, à la chambre des pairs, s'énonçait en termes non moins explicites.

« L'article 7 de la loi de 1810 veut que les concessions demeurent indivisibles. Cette règle si utile paraît avoir été souvent éludée. Des aliénations partielles » semblent avoir été déguisées sous la forme de locations » ou d'amodiations à longs termes, et il en résulte que » des travaux discordants ont été entrepris sur plusieurs » points d'une même concession, travaux quelquefois dangereux pour la généralité de l'exploitation » et presque toujours nuisibles à la conservation des » mines. »

Ainsi faculté entière laissée aux concessionnaires, de se partager entre eux, comme ils l'entendent, les produits de leur concession, de déterminer sous ce rapport, comme il leur convient, les conditions de leur association; car il ne s'agit là que d'intérêts privés, de stipulations soumises aux règles ordinaires des contrats. Mais, en même temps, obligation d'opérer l'exploitation

---

(1) Voir l'instruction du 29 décembre 1838, relative à l'exécution de la loi du 27 avril, *Annales des mines*, 3ᵉ série, t. XIV.

en commun; défense de la diviser soit par des attributions de lots, des ventes ou des baux partiels, parce que ces morcellements sont contraires au bon aménagement des mines et à l'intérêt public en vue duquel les concessions sont instituées.

Ces distinctions avaient quelquefois échappé aux tribunaux dans des procès où ils étaient appelés à prononcer. Ils avaient admis comme valables des actes par lesquels les concessionnaires s'attribuaient respectivement certaines parties de leur concession, les donnaient à bail ou se réservaient la faculté d'y établir des exploitations distinctes. Ils ne contestaient pas à l'administration le droit d'exiger l'unité des travaux; mais il leur paraissait que ces actes pouvaient subsister quant à leurs effets civils.

L'arrêt du 4 juin 1844, intervenu entre M. de Castellane et les hoirs de Cabre, concessionnaires des mines de houille de Gréasque et Belcodène, département des Bouches-du-Rhône rétablit les véritables principes en cette matière, en décidant que de pareils traités sont illicites, sans effets, et que l'annulation peut en être demandée en tout état de cause par l'un ou l'autre des contractants.

La concession de Gréasque et Belcodène a été accordée à M. de Castellane et à Mme de Cabre, par décret du 1er juillet 1809.

A l'époque où ils étaient en instance pour obtenir cette concession, ils firent entre eux un traité, le 2 janvier 1806, par lequel ils s'engageaient, une fois devenus concessionnaires, à se restituer mutuellement les terrains où se trouvaient leurs propriétés.

Après la concession, ils confirmèrent cette même convention par un écrit du 10 janvier 1810, portant que Mme de Cabre ferait exploiter les mines situées dans les propriétés de ses enfants, et M. de Castellane toutes les autres sans exception, et que cette exploitation faite divisément serait pour le compte personnel de chacun d'eux.

Il fut aussi stipulé dans le même écrit que dans le cas où M. de Castellane obtiendrait du gouvernement la réunion à la concession de Gréasque et Belcodène, de mines situées dans ses propriétés, commune de Gréasque, et qui n'avaient pas été comprises dans cette con-

cession, il en jouirait seul et les ferait exploiter privativement.

La réunion dont il était question fut effectuée par ordonnance royale du 11 février 1818. Cette ordonnance approuva la cession faite par la compagnie Fery-Lacombe à M. de Castellane et aux hoirs de Cabre des mines sises commune de Gréasque, qui faisaient partie d'une concession accordée à ladite compagnie en 1809.

M. de Castellane et les héritiers de Cabre exploitèrent ainsi pendant longtemps, chacun de leur côté.

En 1836 l'administration, qui déjà avait été frappée des graves inconvénients résultant de ces extractions partielles pour la conservation des substances minérales, et qui cherchait à les faire cesser, écrivit au préfet des Bouches-du-Rhône de prévenir les concessionnaires de Gréasque et Belcodène qu'ils devaient ramener l'unité dans leurs travaux, ou se mettre en mesure d'obtenir un partage régulier de leur concession; que l'on examinerait alors si ce partage pourrait se concilier avec une bonne exploitation.

Cependant M. de Cabre avait affermé à une société composée de MM. Amédée Armand, de Régusse et Michel, les mines situées dans ses propriétés, puis, le 1er mars 1838, il fit vente à cette compagnie de la moitié de la concession comme lui appartenant individuellement.

Des contestations se sont engagées entre les parties au sujet de ces différents actes.

Par un arrêt du 24 janvier 1839, la cour royale d'Aix déclara 1° que le bail fait par M. de Cabre était valable; 2° Que les mines détachées de la concession Fery-Lacombe et annexées à la concession de Gréasque et Belcodène par l'ordonnance du 11 février 1818 étaient la propriété exclusive du comte de Castellane, sauf à l'autorité administrative à décider si ces mines continueraient à rester incorporées à cette concession ou en seraient distraites.

Par un second arrêt du 3 février 1841, la même cour rejeta la demande qu'avait formée M. de Castellane contre la compagnie Armand, en payement de la moitié du produit des mines achetées à M. de Cabre par ladite compagnie, et sur lesquelles M. de Castellane soutenait avoir conservé ses droits de concessionnaire, tant qu'un

partage n'avait pas été régulièrement autorisé et effectué.

Il y a eu pourvoi contre ces deux arrêts.

Ils ont été annulés par la Cour de cassation, qui a considéré que M. de Cabre et M. de Castellane étaient, en vertu du titre primitif de concession, propriétaires indivis des mines à eux concédées, et que d'après l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, ces mines ne pouvaient être vendues par lots ou partagées sans l'autorisation du gouvernement;

Que l'amodiation ou le louage de partie d'une mine constitue une vente par lots, puisque les substances minérales ne pouvant se reproduire, en affermer l'extraction c'est au fond les aliéner;

Que de tels traités étant contraires à la loi ne peuvent avoir aucun effet; que chaque contractant a le droit de se refuser à leur exécution et d'en faire prononcer l'annulation en vertu de l'article 6 du Code civil, lequel dispose qu'on ne peut déroger par des conventions particulières aux lois qui intéressent l'ordre public;

Que cette cause de nullité étant d'ordre public peut être opposée en cassation, alors même qu'elle ne l'aurait pas été devant les premiers juges.

Voici le texte de cet arrêt :

« La Cour,

» Vu les art. 7 de la loi du 21 avril 1810 et 6 du Code civil;

» En ce qui concerne le pourvoi du comte de Castellane contre l'arrêt du 24 janvier 1839, et sur les deux moyens présentés à l'appui de ce pourvoi :

» Attendu qu'aux termes de l'art. 552 du Code civil, la propriété du sol n'emporte la propriété du dessous que sauf les modifications résultant des lois et réglemens relatifs aux mines;

» Attendu qu'aux termes des art. 5, 7 et 16 de la loi du 21 avril 1810, la propriété des mines ne résulte que d'un acte de concession délibéré en Conseil d'Etat;

» Attendu que le marquis de Cabre et le comte de Castellane étaient, en vertu de la concession qui leur avait été faite collectivement, propriétaires indivis des mines concédées, qui, d'après l'art. 7 de la loi du 21 avril 1810,

ne pouvaient être vendues par lots ou partagées sans l'autorisation préalable du gouvernement;

» Attendu que l'amodiation ou le louage d'une mine concédée, s'appliquant à des choses fongibles et qui se consomment par l'usage, à des substances qui ne peuvent se reproduire, constitue une aliénation, et par conséquent une aliénation partielle, lorsque le louage ou l'amodiation ne porte point sur la totalité de la concession;

» Que d'ailleurs le but de l'art. 7 précité de la loi du 21 avril 1810, a été d'empêcher la division d'exploitation, division qui résulterait des baux partiels;

» Que l'intérêt général du bon aménagement des gîtes et de la conservation des richesses minérales, exige que la loi qui a pour objet de prévenir le morcellement si préjudiciable des exploitations, ne puisse pas être éludée par des amodiations partielles, lesquelles produiraient les mêmes effets que la vente par lots ou le partage proprement dit;

» Attendu que le droit de l'administration de faire cesser la division d'exploitation résultant d'un partage ou d'une amodiation, n'exclut pas celui de chacun des concessionnaires de se refuser à l'exécution d'actes et de conventions contraires à la disposition d'ordre public de l'art. 7 précité de la loi du 21 avril 1810, et de faire prononcer la nullité desdits actes et conventions;

» Que l'exercice de ce droit par les concessionnaires leur offre le moyen d'éviter l'interdiction ou la suspension d'exploitation dont l'administration serait armée contre eux, s'ils respectaient des engagements de nature à compromettre l'unité d'exploitation;

» Attendu de plus, dans l'espèce, que, même abstraction faite des principes ci-dessus, le marquis de Cabre qui, d'après la concession, n'était que propriétaire indivis, ne pouvait, d'après le droit commun, consentir valablement au bail de la chose indivise sans le consentement du copropriétaire;

» Que l'arrêt attaqué faisant résulter la validité du bail de la nature du droit de de Cabre sur la chose louée, et de l'acte de 1810 qui établit entre les concessionnaires un partage des mines concédées, s'appuie encore, sous ce rapport, sur un acte formellement défendu par

l'art. 7 de la loi du 21 avril 1810, comme il l'était auparavant par l'arrêt du 3 nivôse an VI ;

» En ce qui concerne le pourvoi de Michel-Amédée Armand et Grimaldi-Régusse, contre le même arrêt du 24 janvier 1839 ;

» Et d'abord sur la fin de non recevoir :

» Attendu que lors du dépôt de leur pourvoi les demandeurs en cassation qui, depuis, ont produit la grosse de l'arrêt attaqué, avaient déclaré qu'ils s'en rapportaient à la copie dudit arrêt, produite par le comte de Castellane à l'appui du pourvoi que celui-ci avait antérieurement formé ; qu'ils se sont ainsi, et au moment même de leur pourvoi, rendu commune cette production ; qu'ils ont, dès lors, satisfait au règlement de 1738 et n'ont encouru aucune déchéance ;

» Au fond, sur le moyen tiré de la violation de l'art. 7 de la loi du 21 avril 1810 :

» Attendu qu'après avoir énoncé dans ses motifs qu'il restera à décider par l'administration si la portion de mines annexée en 1818 qui, dans tous les cas, dit la cour royale, sera la propriété exclusive du comte de Castellane, doit rester incorporée pour son exploitation à la concession de Cabre et Castellane ou en être distraite, l'arrêt attaqué renvoie à la vérité, par son dispositif, devant l'administration pour être statué sur la demande en distraction et maintient jusqu'à la décision administrative le sursis prononcé par le tribunal, sur la demande en licitation, mais qu'en même temps et par ce même dispositif il déclare qu'il résulte des actes passés entre les parties que les mines annexées en 1818 sont la propriété exclusive du comte de Castellane ;

» Attendu cependant que l'ordonnance du 11 février 1818 constituait les concessionnaires propriétaires indivis des mines comprises dans la concession, telle qu'elle était établie par ladite ordonnance, et conséquemment, des mines distraites de la concession de Fery-Lacombe, comme de celles concédées en 1809 à de Cabre et Castellane ;

» Attendu que les actes par lesquels de Cabre aurait reconnu, en faveur du comte de Castellane, le droit exclusif à la portion de mines annexée en 1818, constitueraient un partage ou une aliénation partielle, probibés

par la disposition d'ordre public de l'art. 7 de la loi du 21 avril 1810, à laquelle, d'après l'art. 6 du Code civil, il ne pouvait être dérogé par des conventions particulières;

» En ce qui concerne le pourvoi du comte de Castellane contre l'arrêt du 3 février 1841, et sur le moyen tiré de la violation de l'article 7 précité de la loi du 21 avril 1810 :

» Attendu que l'arrêt attaqué ne décide pas que, d'après des conventions spéciales relatives à l'attribution des produits de la concession, ces produits doivent être répartis entre les concessionnaires dans une proportion déterminée;

» Qu'il déclare Castellane sans droit aux produits, quels qu'ils puissent être, d'une portion du périmètre de la concession;

» Qu'il se fonde à cet égard sur le partage qui aurait eu lieu en 1810 de la mine concédée en 1809, et sur une attribution exclusive de lots faite par ledit acte à chacun des concessionnaires, partage et attribution de lots prohibés par l'article 7 de la loi du 21 avril 1810;

» Attendu que cet article ne fait que maintenir, pour la vente par lots ou le partage, la prohibition générale résultant de l'arrêté du 3 nivôse an VI, pour toute espèce d'aliénation ou d'actes translatifs de l'exercice des droits accordés par les concessions;

» Attendu que ce moyen étant d'ordre public peut être proposé devant la Cour de cassation, lors même qu'il ne l'aurait pas été devant la Cour royale;

» Attendu que, de tout ce qui a été dit ci-dessus, il résulte d'une part, que l'arrêt du 24 janvier 1839, en déboutant le comte de Castellane de sa demande en nullité du bail fait à Michel le 12 décembre 1835, et en déclarant ledit Castellane seul propriétaire de la portion de mines annexée en 1818 à la concession primitive; et, d'autre part, l'arrêt du 3 février 1841, en déclarant ledit Castellane sans droit aux produits d'une partie de la mine dont il était, en vertu de la concession, propriétaire indivis, ont formellement violé les art. 7 de la loi du 21 avril 1810 et 6 du Code civil;

» Sans qu'il soit besoin de statuer sur les moyens de

cassation autres que ceux qui viennent d'être appréciés, et sans s'arrêter à la fin de non-recevoir proposée contre le pourvoi de Michel, Amédée Armand et marquis de Grimaldi-Régusse;

» Casse et annule les arrêts de la Cour royale d'Aix, des 24 janvier 1839 et 3 février 1841. »

L'arrêt qu'on vient de lire aurait pu invoquer également l'article 7 de la loi du 27 avril 1838 qui, ainsi que nous le faisions observer ci-dessus, a eu précisément pour but de donner une nouvelle sanction à l'article 7 de la loi du 21 avril 1810. Mais la cour s'est attachée au principe qui se trouvait renfermé dans ce dernier article, et comme on vient de le voir, elle en a complétement développé toutes les conséquences.

Si quelques décisions contraires avaient été prises à diverses époques, le dernier arrêt de la cour de cassation doit fixer définitivement les vrais principes. C'est un de ces précieux monuments de jurisprudence auxquels, dans des questions qui ont donné lieu à de longues controverses, les opinions divergentes viennent se rattacher.

AUTRE ESPÈCE OÙ ONT ÉTÉ APPLIQUÉES LES DISPOSITIONS DE LA LOI DU 21 AVRIL 1810.

Des conventions qui ont précédé ou suivi la concession ne peuvent avoir d'effet quand elles sont contraires à la loi. — Le partage de la concession, même en le supposant compatible avec les règles d'une bonne exploitation, ne peut être autorisé que sur la demande de toutes les parties.

Les mêmes règles relatives à l'indivisibilité des mines ont été appliquées par le tribunal de Mâcon et par la cour royale de Dijon dans l'espèce suivante.

Les sieurs Jocsnin, Cadot et Mazoyer, ont obtenu par ordonnance royale du 8 novembre 1829, la concession des mines de manganèse, dites du *Grand-Filon*, commune de Romanèche, département de Saône-et-Loire.

Ils s'étaient associés par un acte du 20 juillet 1826; mais en même temps ils avaient fait un traité sous seing privé par lequel chacun d'eux se réservait d'exploiter pour son propre compte le minerai qui existerait sous ses propriétés.

Les sieurs Joesnin et Cadot ayant voulu, en 1842, porter leurs travaux sous un terrain où se trouvait une maison appartenant au sieur Mazoyer, ce dernier s'y est opposé.

Une décision de M. le ministre des travaux publics, du 15 mai 1843, a interdit de pousser les fouilles sous ce terrain, attendu qu'elles compromettaient la solidité des habitations et la sûreté publique. Nous avons précédemment rendu compte de cette partie de l'affaire (1).

Il a en outre été enjoint aux concessionnaires de cesser leurs extractions partielles et de justifier, en exécution de l'article 7 de la loi du 27 avril 1838, qu'il serait pourvu à ce que l'exploitation fût soumise à une direction unique et coordonnée dans un intérêt commun.

Les sieurs Joesnin et Cadot ont fait signifier au sieur Mazoyer de se concerter avec eux pour établir cette unité d'exploitation, et sur son refus, ils l'ont actionné devant le tribunal civil de Mâcon.

Le sieur Mazoyer, dans ses conclusions prises à l'audience, a déclaré consentir à ce qu'il n'y eût qu'un seul directeur pour toute la concession, et un seul centre d'exploitation, mais à la condition expresse que les produits seraient partagés d'après leur ancien traité sous seing privé, c'est-à-dire que chaque concessionnaire aurait droit exclusivement aux minerais extraits de son terrain.

Le tribunal de Mâcon, par jugement du 25 août 1843, a rejeté cette demande, ainsi qu'il suit :

. . . . « Considérant que l'ordonnance royale du 8 novembre 1829, qui a concédé aux sieurs Joesnin, Mazoyer et Cadot, la mine de manganèse située à Romanèche, comprise au polygone A, B, C, D, E, contenant 4 hectares 22 ares 89 centiares, et désignée sous le nom de *concession du Grand-Filon*, est intervenue à la suite d'une

---

(1) *Annales des mines*, 4e série, t. III, p. 872.

longue instruction et de plusieurs actes y relatés remontant jusqu'à l'année 1822, dont l'un notamment à la date du 20 juillet 1826 a réglé l'association des trois susnommés; que cet acte passé devant le notaire Roy-Lolive à Romanèche et témoins, porte que les sieurs Claude Joesnin et Jacques Mazoyer s'adjoignent et associent avec eux le sieur Jean-Baptiste Cadot (tous trois ayant qualité d'anciens exploitants des mines de manganèse à Romanèche), dans la demande en concession que lesdits sieurs Joesnin et Mazoyer ont faite de la partie de terrain réservée par l'ordonnance de concession qu'ont obtenue les sieurs Benoît Raclet et Benoît Lachaume, pour être concédée aux anciens exploitants de mines de manganèse à Romanèche, consentant formellement, lesdits Joesnin et Mazoyer, à ce que le sieur Cadot figure dans leur demande comme il y avait été porté en nom lorsqu'elle a été formée, et soit compris dans l'acte qui y fera droit ;

... » Considérant que l'acte ci-dessus analysé, du 20 juillet 1826, stipulant une association pure et simple entre lesdits sieurs Joesnin, Mazoyer et Cadot, et l'article 3 de l'ordonnance royale du 8 novembre 1829 leur ayant accordé la concession de la mine du Grand-Filon, sans aucune distinction ni division, on doit en induire qu'ils sont tous trois associés au même titre, et que chacun d'eux a les mêmes droits à la concession faite par le gouvernement;

» Qu'en effet, d'après la loi du 21 avril 1810, l'acte de concession emporte le transport de la propriété du corps même de la mine qui se trouve ainsi civilement séparée du terrain de surface pour appartenir exclusivement au concessionnaire, comme un immeuble de nouvelle création, immeuble particulier, disponible et transmissible comme tous les autres fonds; d'où il suit que c'est du gouvernement seul que les concessionnaires Joesnin, Mazoyer et Cadot tiennent leur droit tel qu'il leur a été concédé conjointement, sans la participation des propriétaires du terrain de superficie, dont les droits particuliers et indépendants sont réglés par la loi sus-énoncée, ainsi que par l'ordonnance de concession ;

» Considérant à cet égard, que par son article 7, l'ordonnance du 8 novembre 1829 a imposé aux concessionnaires de la mine du Grand-Filon, l'obligation de payer aux propriétaires de la surface, en exécution des articles 6 et 42

de la loi du 21 avril 1810, une redevance annuelle de 50 centimes par hectare de terrain compris dans la concession, etc.; qu'ainsi cette redevance de 50 centimes représente l'indemnité allouée pour l'espèce d'expropriation que subit le propriétaire, à raison de la mine existante sous la surface de son terrain, dont il continue néanmoins à jouir et à percevoir les fruits, puisqu'on lui réserve toutes autres indemnités pour les dégâts et non-jouissance auxquels il pourrait être exposé;

» Considérant qu'en présence de ces dispositions formelles de la loi et de l'ordonnance de concession, Mazoyer ne peut invoquer contre ses co-associés les conventions qu'il aurait stipulées avec eux en contradiction avec ladite loi, pour restreindre et anéantir peut-être entièrement les droits que Joesnin et Cadot tiennent uniquement de la concession qui leur a été faite, conjointement avec ledit Mazoyer, par le gouvernement;

» Que toute convention est réputée illicite et ne peut avoir d'effet quand elle est contraire à la loi; qu'on doit donc écarter comme faits en fraude de la loi du 21 avril 1810, et de l'ordonnance de concession sus-énoncée (*suit l'indication de divers actes, des* 5 *juin et* 21 *juillet* 1826 *et* 4 *novembre* 1830), puisqu'il y est stipulé que bien que les parties se soient réunies et associées pour demander et obtenir la concession, elles se réservent néanmoins d'exploiter pour leur compte respectif et sans société entre elles sur les propriétés particulières de chacune d'elles, qui existent dans l'espace de terrain dont elles ont demandé la concession, et qu'en outre il est dit que le sieur Jacques Mazoyer restera concessionnaire des propriétés qui lui appartiennent ainsi qu'à ses frères et sœurs, lesquels, suivant l'article 2 du sous-seing privé du 21 juillet 1826, modifiant le contrat d'association de la veille, pourraient profiter des mêmes droits et ressources, quoiqu'ils ne soient pas concessionnaires;

» Considérant que, bien que Mazoyer reconnaisse l'obligation de ces conventions et l'impossibilité de les exécuter pour l'avenir, depuis l'avertissement donné par le ministre des travaux publics, le 23 mai dernier, il conclut néanmoins à ce qu'elles soient exécutées, en ce sens que les produits de l'exploitation à faire désormais sans division appartiendraient cependant à chaque concession-

naire propriétaire de la surface sous laquelle ils auraient été extraits ;

» Considérant que si ces conclusions étaient adjugées, il pourrait en résulter que, pendant tout le temps qu'on exploiterait les terrains dont Mazoyer et sa famille ont la surface, exploitation qui pourrait se prolonger durant des années entières, les sieurs Joesnin et Cadot seraient privés de tous droits dans la concession ; que cependant ils sont concessionnaires conjointement avec Mazoyer et au même titre que lui, à perpétuité et d'une manière permanente, l'ordonnance du 8 novembre 1829 leur ayant concédé à tous des droits égaux et indivis sur la mine du Grand-Filon, quand d'ailleurs il a été établi qu'une mine n'est pas la propriété de celui à qui appartient la superficie, ce dernier n'ayant droit à ce titre qu'à la redevance réglée par l'ordonnance et aux indemnités dues pour dégâts et non-jouissance ; d'où la conséquence que chacun des trois concessionnaires, Joesnin, Cadot et Mazoyer, doit prendre part égale dans les produits extraits de l'exploitation commune et indivise, sauf la redevance et les indemnités à payer à ceux d'entre eux sous la propriété desquels l'extraction aurait lieu ;

» En ce qui touche les dépens, considérant qu'à raison de la qualité des parties qui d'ailleurs succombent respectivement sur quelques chefs de leurs conclusions, il convient d'ordonner qu'il sera fait masse desdits dépens pour être supportés par moitié entre les demandeurs et le défendeur ;

» Par ces motifs, le tribunal jugeant en premier ressort, donne acte aux demandeurs de la déclaration faite par Mazoyer, qu'il consent à ce qu'il n'y ait qu'un seul directeur pour toute l'étendue de la concession et un seul centre d'exploitation de la mine de manganèse à eux accordée par l'ordonnance du 8 novembre 1829 ; donne acte également à toutes les parties de leurs déclarations qu'elles se tiennent respectivement quittes de tous comptes et réclamations quelconques au sujet des produits précédemment extraits de ladite mine et de l'ancienne exploitation qu'elles avaient faite séparément ; déclare nulles et de nul effet les conventions réglées entre les sieurs Joesnin, Cadot et Mazoyer, contrairement aux termes de la loi du 21 avril 1810, et aux dispositions de l'ordonnance du 8 novembre 1829, ainsi qu'au contrat d'association

du 20 juillet 1826 annexé à ladite ordonnance; ordonne en conséquence que les produits à provenir de l'exploitation nouvelle que les parties consentent à faire en commun et sans division, seront partagés entre elles par égale portion, après toutefois le prélèvement de tous frais et indemnités. »

Des conventions contraires à la loi, qu'elles soient intervenues avant ou après une ordonnance de concession, ne peuvent avoir aucun effet.

Le tribunal, en annulant ici les stipulations sur lesquelles s'appuyait le sieur Mazoyer, a donc statué conformément aux principes.

Son jugement a été attaqué devant la cour royale de Dijon; mais par son arrêt du 27 janvier 1844, la cour, adoptant les motifs des premiers juges, l'a maintenu.

Le sieur Mazoyer s'est adressé à l'administration pour obtenir un partage de la concession, conformément à l'article 7 de la loi du 21 avril 1810. Mais cette demande n'étant présentée que par un seul des titulaires, ne pouvait être admise. Il eût fallu, pour qu'on pût y donner suite, qu'elle fût formée collectivement par les trois concessionnaires; car la concession ayant été faite indivisément pour être exploitée en commun, elle ne saurait être modifiée que de leur consentement. Ainsi, et en supposant qu'un partage du gîte fût compatible avec une bonne exploitation, on ne pourrait y procéder, il ne pourrait s'effectuer qu'à la requête de tous les ayants droit. Ce n'est point le cas où peut s'appliquer l'article 815 du Code civil, portant que nul n'est contraint de demeurer dans l'indivision, que le partage peut toujours être provoqué nonobstant prohibitions et conventions contraires. Ici l'indivisibilité est l'essence même du titre qui réunit les concessionnaires, la condition à laquelle ils ont obtenu la concession. C'est une de ces exceptions fondamentales apportées à la loi civile par la législation spéciale sur les mines.

MINES.

Cessions du droit d'exploiter faites à des tiers par les concessionnaires.— Ces sortes de cessions constituent une VENTE*, même lorsque la qualification de* BAIL *a été donnée à ces traités par les parties. Cette vente est-elle* MOBILIÈRE *ou* IMMOBILIÈRE*?*

La question énoncée ci-dessus a été soumise plusieurs fois à la cour de cassation, qui l'a résolue dans le premier sens. Nous allons rappeler quelques-unes des espèces où elle s'est présentée. Nous exposerons ensuite nos doutes sur cette solution.

Le sieur de Varennes avait cédé aux sieurs Durand, Berthon et Dyèvre la faculté d'exploiter les mines de houille de Monthieux, dans le bassin de Saint-Etienne, jusqu'à épuisement du gîte, et les cessionnaires avaient ensuite rétrocédé ce droit au sieur Boggio.

L'administration de l'enregistrement prétendit que cette cession de la faculté d'extraire toute la matière minérale contenue dans un gîte, constituait une vente *immobilière*.

Le sieur Boggio soutint, de son côté, que ce n'était qu'un simple bail.

Jugement du tribunal de Saint-Étienne, qui déclare qu'il n'y a lieu d'exiger le droit proportionnel établi pour les transmissions de la propriété des immeubles à titre onéreux.

La cour, sur le pourvoi, a rendu, le 11 janvier 1843, l'arrêt suivant :

« Attendu que la vente qui a pour objet, non la propriété du fonds même dans lequel se trouvent des mines, mais le droit seulement d'exploiter ces mines et de disposer de la matière qui les compose après qu'elle a été extraite, doit être considérée comme étant mobilière ;

» Attendu qu'il est constant, dans l'espèce, que c'est uniquement la faculté d'extraire les mines de houille de Monthieux, pour en devenir ensuite propriétaires, qui a été cédée d'abord par de Varennes à Durand, Berthon et Dyèvre, ensuite par ceux-ci à Boggio, et que dès lors, en décidant que les cessions faites à ce dernier ne devaient pas être soumises au droit proportionnel éta-

bli pour les transmissions de la propriété des immeubles à titre onéreux, le jugement attaqué n'a fait qu'une juste application de la loi précitée, du 22 frimaire an VII;

» Sur la violation du même paragraphe, n° 2, de l'article 69 de ladite loi, attendu que les cessions faites à Boggio lui conférant un droit de propriété sur toutes les matières que peuvent renfermer les mines, dans le périmètre qui lui a été désigné, jusqu'à leur épuisement, une pareille transmission ne peut évidemment se confondre avec celle qui ne ferait que lui attribuer la simple jouissance d'un immeuble, sous la condition de le conserver et de le rendre; qu'on ne pouvait en conséquence l'assimiler à un bail et l'assujettir au droit proportionnel exigé pour cette espèce de contrats;

» Rejette, etc. »

AUTRE ESPÈCE : Par acte notarié du 23 novembre 1838, le sieur Deville, l'un des copropriétaires des mines de houille dites de *Montrambert*, arrondissement de Saint-Etienne, avait cédé à un tiers, le sieur Albert, la faculté d'extraire de la houille, pendant soixante années, dans un terrain faisant partie de la concession.

Il était stipulé, dans l'acte, que le sieur Albert payerait à son cédant, à titre de redevance annuelle, huit centimes par chaque benne de houille extraite.

Les parties avaient donné à cet acte le nom d'*amodiation*, et le cessionnaire s'y réservait le droit de résilier le contrat, en avertissant le bailleur six mois d'avance.

A l'enregistrement on a considéré ces conventions comme une vente ou cession mobilière, et comme étant dès lors passibles du droit de 2 p. 0/0, conformément aux lois des 22 frimaire an VII et 16 juin 1824.

Le sieur Albert s'est pourvu devant le tribunal de Saint-Etienne.

Le tribunal, par jugement du 21 janvier 1841, a annulé la contrainte décernée par l'administration de l'enregistrement. Il lui a paru qu'il ne s'agissait là que d'un simple bail à loyer, susceptible seulement d'un droit de 20 centimes pour 100 francs.

Pourvoi en cassation, de la part de l'administration de l'enregistrement.

La cour, par arrêt du 17 janvier 1844, a cassé le jugement du tribunal de Saint-Étienne.

Cet arrêt est ainsi conçu :

« Vu l'art. 1er de la loi du 16 juin 1824 ;

» Vu aussi l'art. 69, § 5, n° 1, de la loi du 22 frimaire an VII ;

» Attendu que la qualification donnée à un acte ne suffit pas pour en déterminer le caractère ; qu'il faut le chercher surtout dans les stipulations des parties et dans la nature des choses qui en sont l'objet ;

» Attendu, en fait, que par acte notarié du 23 novembre 1838, qualifié par les parties d'*amodiation*, le sieur Deville a cédé au sieur Albert le droit d'extraire, pendant soixante années, de la houille dans un terrain d'une étendue déterminée, faisant partie de la concession des mines de Montrambert ; qu'un minimum d'extraction a été fixé dans l'acte à 150,000 bennes pour la seconde année, et à 300,000 pour les suivantes, sans compensation d'une année à l'autre, et que, sur la totalité des produits bruts extraits de la mine, le sieur Albert s'est soumis à payer au cédant, à titre de redevance annuelle, 8 centimes par chaque benne ;

» Attendu que ces stipulations ne transféraient pas seulement la jouissance de la chose ainsi cédée pour un temps, mais qu'elles transmettaient réellement la propriété de la quantité de houille qui était mensuellement enlevée, puisque l'extraction de cette quantité, qui ne pouvait plus se reproduire, en diminuait la masse et devait, après un temps plus ou moins long, l'anéantir entièrement ;

» Attendu que si, dans l'espèce, le sieur Albert s'est réservé, par l'art. 23 de l'acte, la faculté de le résilier en avertissant le bailleur six mois d'avance, on ne peut induire de cette clause que l'acte ait le caractère du bail plutôt que celui de la vente ; que cette clause, qui est toute aléatoire et qui n'a d'autre objet que de prémunir le preneur contre le risque qu'il pouvait courir, n'a pu conséquemment produire l'effet de changer la nature des stipulations ;

» Attendu dès lors que l'acte du 23 novembre 1838, quoique qualifié *amodiation* par les parties, est réellement une vente ou cession mobilière (1) ; qu'à ce titre il

---

(1) L'acte dont il s'agit ici n'a été considéré que relativement à

est passible du droit de 2 p. 0/0, et que le tribunal de Saint-Etienne, qui envisageait cet acte comme un simple bail à loyer, susceptible du droit de 20 centimes p. 0/0 seulement, et qui, statuant sur l'opposition formée par le sieur Albert à la contrainte contre lui décernée le 3 août 1840, a annulé ladite contrainte, a tout à la fois faussement appliqué la loi du 16 juin 1824, art. 1er, et essentiellement violé le n° 1, § 5, art. 69, de celle du 22 frimaire an VII ;

» Par ces motifs, la cour casse et annule ledit jugement, etc. »

Des décisions semblables ont été rendues par la cour de cassation au sujet des carrières, des tourbières, des terres à poterie. (Arrêts des 19 mars 1816, 12 août 1833, 31 juillet 1839, 22 août 1842.)

Nous nous bornerons à citer le dernier de ces arrêts.

Le sieur Damblève avait cédé au sieur Higonnet, pour vingt années, l'exploitation de la carrière dite de *l'Amérique*, située dans la commune de Montmartre, à charge de lui payer par mois une certaine somme pour chaque hectolitre de plâtre et de mètres cubes de moellons extraits de la carrière.

Le tribunal de la Seine avait envisagé cet acte comme un bail à loyer, ainsi que l'avaient qualifié les parties elles-mêmes.

La cour a cassé ce jugement par les motifs suivants :

« Attendu que ce n'est pas seulement dans la qualification donnée à un acte par les parties qu'il faut chercher son véritable caractère, mais qu'il faut le chercher surtout dans les stipulations elles-mêmes et dans la nature des choses qui en sont l'objet ;

» Attendu, en fait, que par acte notarié du 2 juin 1828, auquel les parties ont donné le nom de *bail*, le sieur

---

la qualification qui devait lui être donnée. C'était cette appréciation qui seule se trouvait déférée à l'autorité judiciaire. Une autre question pouvait d'ailleurs se présenter, c'était celle de la légalité même de ces sortes d'amodiations. Si la cour ne s'en est point occupée, c'est qu'elle ne lui était point directement soumise. Appelée depuis à examiner spécialement cette question, elle a, dans son arrêt du 4 juin 1844, formellement déclaré qu'elles sont contraires à la loi, et qu'elles doivent dès lors être interdites. (Voir cet arrêt, page 651.)

Damblévé céda au sieur Higonnet le droit d'extraire, pendant vingt ans, la masse de la carrière de l'Amérique, en se conformant aux règlements existants sur la matière, et surtout en se conformant aux ordres et avis du sieur Damblève relatifs à la direction et à la marche de l'exploitation; que le prix de cette cession ne fut pas d'une somme fixe pour la durée de chaque année, mais qu'il fut déterminé pour chaque quantité d'hectolitres de plâtre et de mètres cubes de moellons extraits de la carrière, d'après un compte tenu par un commis du bailleur et payé tous les mois sur le livre de sortie;

» Attendu que ces stipulations ne transféraient pas seulement la jouissance de la chose ainsi cédée pour un temps, mais qu'elles transmettaient réellement la propriété des portions de la carrière qui étaient mensuellement enlevées, puisque l'extraction de ces portions, qui ne pouvaient plus se reproduire, en diminuait la masse, et devait, après un temps plus ou moins long, l'anéantir entièrement au profit du preneur;

» Attendu que si les art. 598 et 1403 du Code civil font entrer dans l'usufruit les mines et carrières qui sont en exploitation, ces dispositions toutes spéciales ne sont pas de nature à changer le caractère des stipulations relatives à la transmission de ces sortes de propriétés; qu'en effet elles reposent sur une circonstance accidentelle, sur la destination du père de famille, et non sur la nature des choses, ce qui se justifie d'ailleurs par la circonstance que la loi n'assure la jouissance des mines et carrières à l'usufruitier que lorsqu'elles sont en exploitation à l'ouverture de l'usufruit, et qu'elle lui refuse tout droit à celles qui ne sont pas encore ouvertes;

» Attendu dès lors que l'acte du 2 juin 1838, quoique qualifié *bail* par les parties, est réellement une vente ou cession mobilière; qu'à ce titre il est passible du droit de 2 p. 0/0;

» Casse, etc. »

Ainsi qu'on vient de le voir, les ventes dont il s'agissait dans les espèces rapportées ci-dessus ont été qualifiées de *ventes mobilières*. Cette qualification appartient-elle bien réellement à la vente d'une mine?

Aux termes de l'art. 8 de la loi du 21 avril 1810, les mines sont *immeubles*.

Et d'après l'art. 9 de la même loi, sont seulement con-

sidérés comme *meubles* les matières extraites, les approvisionnements.

Ainsi, d'après ces articles, la vente des produits extraits serait uniquement une vente mobilière. Mais la cession du droit d'exploiter le gîte minéral lui-même serait une vente immobilière.

Quand le gouvernement concède une mine, il dispose de la masse de substance minérale qui est renfermée dans le sein de la terre, et non du terrain où elle existe ; car le sol ne cesse pas d'appartenir au propriétaire. C'est donc cette masse de substance minérale qui est la chose concédée, et qui, d'après l'art. 8, constitue une propriété immobilière d'une nature spéciale.

Or, lorsque le concessionnaire vend son droit d'exploitation, soit sur une partie de la mine, soit sur le gîte entier, c'est comme s'il aliénait tout ou partie de la mine elle-même, puisqu'après l'exploitation il ne restera plus rien du gîte, que la mine aura disparu.

Cette cession d'exploitation et la cession de la mine ont absolument, pour le cessionnaire et pour le cédant, les mêmes effets. Et comme, ainsi que le reconnaît la cour de cassation, ce n'est pas la forme extérieure des actes, la qualification que leur donnent les parties, qui détermine leur nature ; que leur essence dépend de leur objet même ; comme, suivant cet axiome du droit romain, *in conventionibus contrahentium voluntatem potiùs quàm verba spectari decet*, n'en résulte-t-il pas que la cession de l'exploitation d'une mine et la vente de la mine étant au fond une seule et même chose, doivent être également considérées comme une transmission de propriété immobilière?

A la vérité, il existe des immeubles par leur nature qui deviennent meubles par destination : par exemple, les bois, les récoltes pendant par racines sont des immeubles, aux termes des art. 520 et 521 du Code civil. Et pourtant, le bois, les récoltes, vendus pour être coupés, sont meubles, quoiqu'étant encore inhérents au sol. Pareillement, pourra-t-on dire, un gîte minéral sera immeuble, et la cession de l'exploitation de ce gîte, la vente des minerais qu'il renferme, ne sera qu'une vente mobilière.

Mais on peut répondre qu'il n'y a pas similitude entre des bois, des récoltes, et des minerais, en ce que les premiers peuvent se reproduire, tandis que les seconds ne

se renouvellent pas et que la mine se trouve détruite une fois qu'ils sont enlevés.

C'est précisément sur cette circonstance que la cour de cassation, dans son arrêt du 4 juin 1844, le dernier qui soit intervenu en cette matière (voir ci-dessus, page 651), s'est fondée pour déclarer nulles les amodiations partielles. Elle a considéré qu'elles constituaient des ventes par lots ou des partages de la mine, « attendu que l'amodiation ou » le louage d'une mine concédée, s'appliquant à des choses » fongibles et qui se consomment par l'usage, à des sub- » stances qui ne peuvent se reproduire, constitue une » aliénation, et par conséquent une aliénation partielle, » lorsque le louage ou l'amodiation ne porte point sur la » totalité de la concession. »

Il y a donc, au jugement de la cour, *aliénation*, *vente*, quand on cède le droit d'exploiter. Mais il ne paraît pas que cette aliénation puisse être regardée comme une simple vente du minerai : car alors elle serait parfaitement licite dans tous les cas ; assurément on ne considérerait pas comme un partage, comme une infraction à l'art. 7 de la loi du 21 avril 1810, la vente que ferait un concessionnaire de certaines quantités plus ou moins grandes de minerais qu'il aurait extraits ou qu'il voudrait faire extraire. Si ces ventes sont réputées illicites et nulles, quand elles s'appliquent à une partie d'un gîte, c'est donc qu'on les considère comme formant une aliénation de cette partie du gîte, partant, non comme une simple vente de produits, mais comme une aliénation de la propriété souterraine elle-même, objet de la concession, et par conséquent comme une vente immobilière, puisque les mines sont immeubles d'après l'art. 8 de la loi de 1810. La doctrine qu'il ne s'agirait ici que d'une vente mobilière se concilierait difficilement, ce nous semble, avec l'un des principaux arguments sur lesquels la cour s'est appuyée avec tant de raison pour décider que les amodiations partielles sont radicalement nulles.

MINES.

Les actions ou parts d'intérêts dans les entreprises de mines, sont réputées meubles. *Les cessions de ces actions doivent par conséquent être considérées comme* ventes mobilières. *Elles ne sont passibles que du droit d'enregistrement fixé pour les ventes de meubles* (1).

Les observations qui terminent l'article précédent ne s'appliquent point aux cessions d'actions dans les entreprises de mines. Ces cessions, qui ne portent aucune atteinte à l'exploitation, qui n'ont qu'un objet purement financier, sont évidemment des ventes *mobilières*, puisqu'aux termes de l'article 8 de la loi du 21 avril 1810, les actions ou intérêts dans les sociétés de mines sont réputées *meubles* conformément à l'article 529 du Code civil. Quoique ces sociétés possèdent des immeubles, la part d'intérêt de chaque associé *est meuble*, par la détermination de la loi, non-seulement à son égard, mais encore à l'égard de ses cessionnaires, alors même que, dans leurs stipulations, les contractants auraient envisagé ces actions comme formant une propriété immobilière. Les caractères des actes ne changent pas, parce que les parties leur ont donné d'autres dénominations que celles que la loi leur impose et qui résultent de leur nature propre. *Conventionis verbum generale est ad omnia pertinens, sed conventionis genus dat contractui formam.*

Le sieur Humann et le sieur Rathsamhausen avaient acheté des actions dans les mines de Bouxwiller, département du Bas-Rhin. Les actes de cession portaient que chaque action représentait un quatre-vingtième, tant de la propriété des mines que des emplacements, terrains et bâtiments en dépendants, ainsi que des matériaux, marchandises et autres objets mobiliers ou immobiliers.

A l'enregistrement, le receveur exigea un droit pro-

(1) Voir, au sujet des sociétés par actions pour la recherche des mines, les observations insérées au tome XVI des *Annales des mines*, 3e série, p. 691 et suiv.

portionnel de 5 ½ p. 0/0 comme pour les ventes immobilières.

Les sieurs Humann et Ratisbonne ont demandé la réduction de ce droit à celui de 2 p. 0/0, fixé par la loi du 22 frimaire an VII, pour la vente des objets mobiliers.

Le tribunal de Strasbourg a accueilli cette demande par jugement du 11 décembre 1821, ainsi conçu :

« Considérant que la loi sur l'enregistrement, en graduant différemment les droits à percevoir sur les ventes, suivant que l'objet est meuble ou immeuble, n'a pas établi de règle spéciale sur la distinction des meubles ou immeubles ; que conséquemment les principes à suivre sont ceux consacrés par le Code civil;

» Considérant que l'article 529 du Code civil déclare meubles les actions dans les compagnies de commerce ou d'industrie, encore que des immeubles dépendants de ces entreprises appartiennent aux compagnies, et que l'article 8 de la loi du 21 avril 1810, applique spécialement et nominativement aux actions dans les mines la règle générale du Code civil;

» Considérant que, dans l'espèce, les contrats des demandeurs portent vente d'actions dans la société connue sous le nom d'*administraion des mines de Bouxviller*, qui est une compagnie d'industrie et de commerce ;

» Considérant que l'explication donnée par les contrats, que chacune de ces actions représente un quatre-vingtième des valeurs mobilières et immobilières de la société, n'est autre chose qu'une définition surabondante du mot *action*, et qué ces contrats auraient eu le même effet quand même ce développement n'y aurait pas été inséré, puisque l'action est une quote-part de tout l'actif et de tout le passif de la société; qu'en conséquence on ne peut admettre l'argument tiré par la régie, de cette explication, pour faire considérer les contrats comme ventes de meubles et immeubles sous ventilation, et leur appliquer l'article 9 de la loi du 22 frimaire an VII, qui suppose une vente où figurent des immeubles, tandis que, dans l'espèce, les objets vendus sont des actions que la loi déclare meubles, encore qu'elles représentent une quote-part des immeubles de la société ;

» Considérant que la dernière partie de l'article 529 du Code civil, en statuant que les actions sont considérées comme meubles à l'égard de chaque associé seu-

lement, tant que dure la société, ne limite pas cette mobilisation aux transactions qui pourraient avoir lieu d'associé à associé, comme la régie le prétend ; qu'en effet cet article ne dit pas *entre associés seulement*, mais il dit *à l'égard de chaque associé seulement*, par opposition à la société en masse : ce qui s'étend à toutes les relations que chaque associé peut avoir, soit avec les coassociés, soit avec des tiers ; que cette manière de voir est complétement justifiée par la discussion de cet article au conseil d'état, du 4 frimaire an XII, où il a été adopté, et par le discours tenu au nom de la section de législation, dans la séance du tribunat, du 29 nivôse même année ; qu'enfin l'avantage que l'on a voulu tirer de quelques expressions de la discussion préparatoire du conseil d'état, du 20 vendémiaire an XII, est inadmissible, parce que les principes mis en avant dans cette séance ont été abandonnés dans celle définitive du 4 brumaire suivant. »

La régie s'est pourvue en cassation.

Elle soutenait qu'à la vérité les actions dans les entreprises qui possèdent des immeubles ou des meubles, sont de nature mobilière d'après la détermination de la loi ; mais que la nature du droit des associés dans les manufactures et entreprises, n'est plus le même lorsque ces associés jouissent des immeubles à titre de propriété indivise, et chacun pour une portion déterminée ; que si l'article 529 du Code civil dispose, par une fiction, que les actions ou intérêts dans les compagnies de finances sont meubles, encore que des immeubles dépendent des entreprises, il la restreint à l'égard de chaque associé seulement, pendant la durée de la société ; qu'il a uniquement entendu par là que chaque associé ne pourrait exercer que *mobilièrement* ses actions contre la société ; mais qu'appliquer cette disposition à des tiers, ce serait étendre cette fiction hors des termes dans lesquels la loi a voulu les restreindre ; qu'à leur égard la cession des actions est passible du droit de mutation exigé sur les ventes immobilières.

Ce système était entièrement contraire à l'esprit de l'article 529 du Code. En déclarant meubles les actions dans les compagnies d'industrie ou de commerce, on a voulu, ainsi que l'a positivement exprimé l'orateur du gouvernement, dans l'exposé des motifs, faciliter la circulation de ces actions, et par conséquent on a entendu

qu'elles conserveraient ce caractère *d'objet mobilier* dans toutes les mains où elles passeraient. Cela n'empêche pas que les immeubles appartenant à l'entreprise ne soient toujours réputés *objets immobiliers*. Ils le sont à l'égard des créanciers de la compagnie, et même à l'égard des associés lorsque la société étant dissoute il s'agit d'en faire la liquidation. C'est là ce que l'article du Code a énoncé en disant que *les actions étaient réputées meubles à l'égard de chaque associé seulement, tant que dure la société.* Mais l'action ne donnant à chaque sociétaire, pendant la durée de la société, qu'un droit à une part dans les bénéfices, lesquels se résolvent en argent, en dividendes, elle est essentiellement *meuble* de sa nature, et les cessions d'actions ne sont conséquemment elles-mêmes que des *ventes mobilières*. Peu importe la manière dont les parties se sont exprimées dans ces cessions ; l'espèce de l'acte détermine toujours l'espèce du droit.

La cour de cassation a rejeté le pourvoi de la régie, par arrêt du 7 avril 1824 :

« Attendu qu'aux termes des articles 529 du Code civil et 8 de la loi du 21 avril 1810 sur les mines, les actions qui ont fait l'objet des actes de cession dont s'agit, ne peuvent être considérées que comme des biens meubles par la détermination de la loi, quoique la société à laquelle ces actions se rattachent possède des immeubles, et quoique d'après quelques énonciations employées par les parties dans les actes sus-énoncés, on puisse induire qu'elle ont considéré les actions dont il s'agit comme formant à leur égard une propriété en partie immobilière ; parce que l'erreur des contractants sur ce point ne peut pas avoir pour effet de changer la nature des objets cédés, et d'imprimer le caractère d'immeubles à des objets réputés meubles par une détermination formelle de la loi ;

» Attendu qu'il suit de là que le droit de mutation applicable aux actes sus-énoncés, était celui fixé pour les ventes de meubles par le § 5, n° 1, art. 69, de la loi du 22 frimaire an VII, et qu'en le jugeant ainsi, le jugement attaqué n'a fait qu'une juste application de cet article et des articles 529 du Code civil, et 8 de la loi du 21 avril 1810. »

MINES.

Ancienne concession. — Interprétation des conventions.

Un arrêt du conseil, du 29 mars 1769, a concédé pour cinquante années à M. de Lachaise les mines de houille situées dans la baronnie de Montcenis, laquelle fait aujourd'hui partie du département de Saône-et-Loire.

Par un autre arrêt, du 4 juin 1782, cette concession a été prorogée pour quatre-vingt-huit ans, sous la condition qu'un dixième du champ d'exploitation serait affecté aux besoins des hauts-fourneaux et fonderies du Creusot.

En 1786 M. de Lachaise a vendu à la compagnie propriétaire de ces usines, tous les droits résultant de ces deux arrêts.

La concession, qui comprenait une immense étendue, a ensuite été réduite à six lieues carrées, conformément aux prescriptions de la loi du 28 juillet 1791, et délimitée en exécution de la loi du 21 avril 1810 ; puis enfin, par ordonnances royales du 12 février 1832, elle a été partagée en deux concessions, sous les noms de *concession du Creusot* et *concession de Blanzy.*

Nous avons exposé dans les *Annales des mines* (1) les diverses phases que cette affaire a subies, et les discussions auxquelles elle a donné lieu.

D'autres contestations se sont aussi élevées au sujet de la redevance que la compagnie du Creusot s'était engagée à payer à M. de Lachaise, pour prix de la cession qu'il lui avait faite.

Dans un traité du 18 mai 1786, il fut stipulé que ladite compagnie payerait à M. de Lachaise une redevance de 18,000 livres, savoir : 10,000 livres à raison de l'affectation du dixième de l'exploitation réservé aux usines du Creusot par l'arrêt de 1782, et 8,000 livres pour le reste de la concession.

Ce traité énonçait, en outre, qu'aussitôt l'ouverture

(1) 3e série, t. XI, p. 615.

du canal de Bourgogne, la redevance serait portée à 24,000 livres pour durer ainsi jusqu'à l'expiration des cinquante années fixées dans l'arrêt de 1769; et qu'à partir de cette époque elle serait réduite à 15,000 livres, jusqu'à la fin de la prorogation accordée en 1782.

Lorsque la loi sur les mines, du 28 juillet 1791, est intervenue, la compagnie du Creusot a fait des difficultés pour le payement de la rente. Elle objectait que, d'après cette loi, la concession allait être bornée à six lieues carrées, et restreinte dans sa durée à cinquante ans; que par conséquent la redevance devait subir une diminution.

M. de Lachaise, de son côté, faisait observer que la réduction dans l'étendue de la concession ne porterait aucun dommage à la compagnie, parce qu'elle ne retrancherait aucune portion utile du périmètre; et que, relativement à la durée, cette compagnie pourrait obtenir, en vertu de l'article 19 de la loi, une prorogation de cinquante autres années.

Après quelques débats les parties ont fait une transaction.

Le projet en a d'abord été préparé sur papier libre. Il portait :

« Que la rente est réduite de 18,000 livres à 12,000
» livres, sans que l'achèvement du canal de Bourgogne
» puisse donner lieu à une augmentation, et que la rente
» ainsi réduite sera payée annuellement *jusqu'à l'expira-*
» *tion de la jouissance, suivant le mode déterminé par la*
» *loi du 28 juillet, sur les mines* »

Ces derniers mots ont été modifiés et remplacés de la manière suivante, dans une autre rédaction :

« .....*Jusqu'à l'expiration de la jouissance déterminée*
» *par la loi du 28 juillet dernier, c'est-à-dire, jusqu'au....*»
(Là, était laissé un blanc destiné sans doute à recevoir l'indication d'une date précise.)

Enfin la phrase a été entièrement supprimée, et on a seulement ajouté en marge, après les mots : *La rente ainsi réduite sera payée annuellement*, ceux-ci : « *Aux termes* » *de la loi du 28 juillet dernier.* »

L'acte a été passé en cet état par-devant notaire, le 9 juin 1792.

Les mines du Creusot ayant été vendues en 1840, par MM. Chagot, à MM. Schneider frères, une somme

de 237,037 fr., a été laissée entre les mains des acquéreurs pour le service de la rente de 12,000 livres.

Mais, en 1841, MM. Chagot en ont demandé à MM. Schneider le remboursement, soutenant que la rente était éteinte.

Ils disaient : « D'après la transaction du 9 juin 1792, » la durée de la rente a été subordonnée à la durée de » la concession. La durée de la concession a elle-même » été réglée à cinquante années par l'article 4 de la loi » du 28 juillet 1791, portant que les concessionnaires » seront maintenus jusqu'au terme de leur concession, » qui ne pourra excéder cinquante années Ce terme ex- » pire en 1841. Donc la rente doit s'éteindre avec lui. »

Les héritiers de Lachaise, appelés en cause par MM. Schneider, ont combattu ce système. Ils ont répondu que la transaction de 1792, avait entendu que la rente serait servie au moins jusqu'au terme que devait avoir la concession, d'après l'arrêt de 1782, c'est-à-dire jusqu'en 1869.

Le procès ayant été porté devant le tribunal de première instance de la Seine, ce tribunal, par jugement du 25 janvier 1843, a prononcé que la redevance était expirée en 1841.

Voici les principaux motifs sur lesquels il s'est appuyé :

« Attendu, en fait, que par arrêts du conseil, des 29 mars 1769, et 4 juin 1782, de Lachaise avait obtenu la concession des houillères du Creusot et de Montcénis, formant un périmètre d'environ 24 lieues carrées, d'abord pour cinquante années à compter du 29 mars 1769, et ensuite pour quatre-vingt-huit ans à compter du premier janvier 1782, c'est-à-dire, jusqu'au 31 décembre 1869; que suivant acte notarié du 18 mai 1786, de Lachaise a cédé ses droits à la compagnie du Creusot, moyennant une redevance de 18,000 livres, pouvant atteindre 24,000 livres dans une certaine hypothèse, et devant être réduite à 15,000 livres, à partir d'une certaine époque;

» Attendu qu'en cet état de choses est intervenue la loi sur les mines, du 28 juillet 1791, laquelle réduisait à six lieues le périmètre des concessions, et leur durée à cinquante ans, à partir de sa promulgation, c'est-à-dire jusqu'au 28 juillet 1841 ;

» Attendu que la concession étant profondément at-

teinte par cette loi, et dans son étendue topographique et dans sa durée, un procès allait s'ouvrir entre la compagnie, d'une part, prétendant à une réduction de la redevance, et de Lachaise, d'autre part, ne voulant pas y consentir, lorsque les parties se rapprochèrent, et, par une transaction notariée du 9 juin 1792, réduisirent à 12,000 livres par année la redevance due à Lachaise, et que les administrateurs de la compagnie s'obligèrent à lui payer aux termes de la loi du 28 juillet précédent sur les mines et minières;

» Attendu, en droit, que les conventions légalement formées tiennent lieu de loi à ceux qui les ont faites; que ce principe est surtout applicable aux transactions qui, ayant pour objet d'éteindre les procès ou de les prévenir, doivent avoir encore un caractère plus immuable et plus sacré;

» Attendu que la transaction dont s'agit se référant aux termes généraux de la loi de 1791, qui statuait sur la réduction de la durée des concessions, aussi bien que sur celle de leur périmètre, il est vrai de dire que les parties ont entendu borner le payement des 12,000 livres aux cinquante années de la loi, le particulier étant compris dans le général, et la convention ne contenant aucune exception, même la plus implicite à cet égard;

» Attendu, d'un autre côté, que la loi du 21 avril 1810 n'a pu apporter aucune modification à la position des parties, telle que l'avait fixée la loi de 1791 et la transaction qu'elle avait rendue nécessaire;

» Que les lois n'ont pas d'effet rétroactif, qu'elles ne peuvent rien sur le passé des lois et des conventions antérieures;

» Qu'il suit de ce qui précède, que la transaction a fixé définitivement le sort des parties, et que, conformément à la loi de 1791 dont elle était la conséquence nécessaire, elle a limité la durée de la redevance à cinquante ans, qui ont pris fin le 28 juillet 1841. »

Les héritiers de Lachaise ont appelé de ce jugement.

Il a été infirmé par arrêt de la cour royale de Paris, du 22 février 1844, ainsi conçu :

« Considérant que la loi du 28 juillet 1791 apportait au régime ancien des concessions de mines deux modifications également importantes, l'une relative à leur étendue, dont le maximum était restreint à une superficie de six

lieues carrées, et l'autre relative à leur durée, dont la limite était fixée en règle générale à cinquante années;

« Que dès lors la transaction du 9 juin 1792, intervenue sur des difficultés relatives à l'exécution de cette loi, a dû avoir pour objet de régler à la fois et le taux de la redevance pour l'avenir, et l'époque jusqu'à laquelle elle devrait courir;

» Considérant que sur le premier point les parties s'étaient expliquées dans la transaction en termes formels, la redevance nouvelle s'y trouvant expressément fixée à la somme de 12,000 livres, mais que sur le second elles s'étaient bornées à s'en référer d'une manière générale aux termes de la loi du 28 juillet 1791;

» Considérant que de la combinaison des articles 4 et 19 de cette loi résultait pour les concessionnaires la possibilité d'obtenir dans certains cas et sous certaines conditions un renouvellement de concession; d'où il suit que dans l'esprit comme dans les termes de la loi la durée de la jouissance des concessionnaires n'était pas limitée à cinquante ans d'une manière absolue et irrévocable;

» Considérant que si le droit de préférence réservé aux propriétaires de la superficie par ledit article 19 et par l'article 10 était de nature à diminuer pour le concessionnaire, non propriétaire du sol, les chances de renouvellement de la concession, il ne le rendait cependant pas impossible, la propriété d'une partie du sol n'étant pas indispensable pour l'obtenir, et la préférence accordée au propriétaire étant elle-même subordonnée à certaines conditions;

» Considérant que du rapprochement des termes de la transaction notariée du 9 juin 1792, tant avec ceux qui avaient été d'abord convenus entre les parties au moment où elles en arrêtaient les premières bases, qu'avec la rédaction primitive de la transaction elle-même, résulte la preuve que les parties ont entendu subordonner la durée de la redevance nouvelle aux chances de prorogation de concession qui résulteraient de la loi du 28 juillet;

» Considérant qu'en effet on ne pourrait expliquer autrement la suppression, dans l'acte notarié, de la rédaction claire et précise adoptée d'abord, et son remplacement par des expressions vagues et générales;

» Considérant que la loi du 21 avril 1810, en attribuant à toutes les concessions de mines le caractère de la per-

pétuité, a fait disparaître entièrement la restriction de durée apportée par la loi de 1791 à la concession de Montcénis, et qui avait été la base de la réduction corrélative et indéterminée, stipulée dans la transaction quant à la durée de la redevance ;

» Que le résultat de cette loi ayant été pour la compagnie du Creusot une continuation de jouissance non-seulement égale, mais plus étendue que celle qu'aurait pu procurer un renouvellement aux termes de la loi de 1791, les représentants de Lachaise doivent en profiter, comme ils auraient profité du renouvellement s'il eût été obtenu ;

» Considérant que la concession perpétuelle, accordée par la loi de 1810, ne peut être considérée comme ayant constitué au profit de Chagot un titre nouveau indépendant de la concession primitive, qu'elle a été au contraire la conséquence de cette concession et de la transmission qui en avait été faite à la compagnie du Creusot par de Lachaise, ainsi que l'a reconnu le décret impérial du 14 août 1811 (1), et que les charges nouvelles imposées par cette loi à la concession n'ont pas changé l'origine du droit et ont d'ailleurs été compensées au profit de la société du Creusot par les avantages résultant de la perpétuité ;

» Considérant que cette appréciation des conséquences de la loi de 1810 n'a pas pour résultat de lui attribuer un effet rétroactif : la cour reconnaissant au contraire que la disposition dont il s'agit n'a fait que mettre en action le principe déjà renfermé dans la convention des parties sainement interprétée ;

. . . .

» Considérant dès lors qu'il y a lieu de reconnaître que l'expiration des cinquante années auxquelles la loi de 1791

---

(1) La compagnie du Creusot avait présenté, peu après la loi du 21 avril 1810, une demande tendant à obtenir, à titre nouveau, des concessions dans l'enceinte de son ancienne concession de Montcénis. Un décret du 14 août 1811 rejeta cette demande, en tant que présentée aux fins de concessions nouvelles, par le motif que la loi du 21 avril 1810 déclarait propriétaires incommutables les anciens concessionnaires, à charge seulement par eux de faire fixer les limites de leurs exploitations conformément à la loi de 1791. Il déclara en conséquence propriétaire des mines de Montcénis la compagnie du Creusot, comme étant aux droits de M. de Lachaise, et lui enjoignit de se pourvoir en fixation de limites.

bornait la durée des concessions de mines n'a pas fait cesser la redevance de 12,000 livres stipulée par la transaction du 9 juin 1792, mais qu'il serait également contraire à l'esprit comme aux termes de cette transaction, de considérer ladite redevance comme ayant reçu de la loi de 1810 le caractère de perpétuité que cette loi attribue aux concessions ;

» Qu'en effet, d'une part, l'esprit de la transaction étant d'accorder à la compagnie du Creusot, une réduction des charges à elle imposées par le traité originaire du 18 mai 1786, on ne pourrait, dans aucun cas, en faire résulter contre elle une prolongation qui aggraverait ses charges, et que, d'une autre part, l'article 3 de ladite transaction ayant formellement stipulé que le traité de 1786 continuerait d'être exécuté pour tout ce à quoi il n'était pas dérogé, la limitation au 31 décembre 1869 stipulée par le traité originaire, a nécessairement continué de subsister ;

. . . .

» A mis et met l'appellation et ce dont est appel au néant ;

» Ordonne que lesdits Schneider frères seront tenus de continuer le service de ladite rente entre les mains des représentants Lachaise, jusques et y compris le 31 décembre 1769. »

L'interprétation à donner à la transaction du 9 *juin* 1792 était, comme on le voit, tout le fond du procès. C'est de l'intention que pouvaient avoir eue les parties à l'époque où elles ont fait leur traité, du sens qu'elles avaient attaché aux expressions dont elles se sont servies dans cet acte, que se trouvait dépendre, en définitive, la solution du litige.

En effet, la loi du 21 avril 1810, en maintenant les concessions anciennes, a par cela même maintenu les stipulations antérieures dont elles avaient pu être l'objet, lorsque d'ailleurs il ne s'y présentait rien de contraire à l'intérêt général ni à la législation sous laquelle ces stipulations étaient intervenues. C'est ainsi, par exemple, que les art. 51 et 53 de ladite loi, relatifs à ces anciennes concessions, ont statué expressément que les concessionnaires seraient tenus d'exécuter les conventions qu'ils auraient faites avec les propriétaires de la surface, sans que ceux-ci pussent se prévaloir des nouvelles dispositions

établies en ce qui concernait le règlement de l'indemnité tréfoncière.

Or, M. de Lachaise, en vendant en 1786 à la compagnie du Creusot sa concession qui devait alors avoir encore d'après l'arrêt de 1782, une durée de quatre-vingt-quatre ans, s'était réservé une certaine redevance que cette compagnie s'obligeait à lui payer jusqu'à ce que ce terme fût arrivé.

La loi de 1791 étant venue modifier doublement ladite concession, et dans son étendue et dans sa durée, les parties, pour mettre fin aux contestations qui s'élevaient entre elles dans ce nouvel état de choses, se sont décidées à transiger.

Elles sont convenues de diminuer le taux de la rente. En même temps, sans préciser l'époque jusqu'à laquelle cette rente serait payée, elles se sont référées à la loi de 1791.

Cette loi, par son article 4, limitait, il est vrai, à cinquante années la jouissance des concessionnaires ; mais, d'après l'art. 19, ils pouvaient obtenir un renouvellement, *s'il est reconnu*, dit cet article, *qu'ils ont bien fait valoir l'intérêt public qui leur est confié*.

C'est dans cette situation que M. de Lachaise et la compagnie du Creusot ont fait leur transaction du 9 juin 1792.

On pouvait par conséquent penser qu'ils avaient entendu que la rente serait exigible tout le temps qu'existerait la concession, avec l'éventualité des renouvellements qu'autorisait la loi de l'époque.

Cette intention ne résultait-elle pas d'ailleurs des faits qui avaient précédé cette transaction, des changements apportés par les parties elles-mêmes à la rédaction première, documents qui, à ce qu'il paraît, n'étaient point encore connus lorsqu'on a plaidé devant le tribunal de première instance, et qui, retrouvés depuis, ont été produits devant la cour royale.

Il n'eût donc pas été impossible de soutenir que, d'après la loi de 1791 elle-même, le terme de la concession était indéfini, puisque ce terme pouvait être successivement renouvelé en vertu de l'art. 19, et la concession ayant été rendue perpétuelle par la loi de 1810, la rente devait également, sinon recevoir ce même caractère de perpétuité, du moins subsister jusqu'à l'épuisement du gîte, jusqu'à la fin de l'exploitation.

Cette conclusion extrême, que la logique pouvait tirer à la rigueur, la cour royale a pensé avec raison qu'une autre considération devait l'écarter.

Si la loi de 1791 n'assignait pas, au fond, de terme absolu aux concessions, si elle permettait qu'elles fussent renouvelées entre les mains des mêmes concessionnaires, il était toutefois dans son esprit que les concessions ne fussent point perpétuelles.

Les parties ne pouvaient donc avoir eu en vue cette perpétuité de la concession, de ses charges et avantages.

C'est dans la circonstance où elles se trouvaient au moment où elles ont contracté que l'on devait chercher ce qu'elles avaient pu réellement se proposer, le sens et la portée de leurs stipulations. qui elles-mêmes devaient être la règle de la décision. Or il est évident que leur transaction s'appliquait tout au moins à la durée de la concession telle qu'elle résultait des arrêts de 1769 et de 1782.

Hoc servabitur, dit la loi romaine, *quod initio convenit, legem enim contractus dedit. — Transactio quæcumque fit, de his tantùm de quibus inter convenientes placuit, interposita creditur.*

Un jurisconsulte éminent, M. Duvergier, a produit dans cette affaire une consultation qui se distingue, comme tous ses ouvrages, par une grande puissance de raisonnement et de savoir. Il appuyait le système qui a prévalu devant la cour royale, et qui nous paraît, ainsi qu'à lui, conforme au droit et à l'équité.

CARRIÈRES.

Lorsque la vente du droit d'exploiter une carrière est faite par le propriétaire du sol, avec la condition que l'acquéreur se conformera dans l'exploitation aux lois et règlements, l'inexécution de cette condition, de la part de ce dernier, peut donner lieu à la résolution du contrat de vente, indépendamment des dommages et intérêts pour le préjudice causé.

Aux termes du Code civil, la vente est une convention

par laquelle l'un s'oblige à livrer une chose, et l'autre à la payer.

Elle appartient à la classe des contrats *synallagmatiques*, c'est à-dire qu'elle établit entre le vendeur et l'acheteur certaines obligations résultant soit des engagements qui y sont exprimés, soit de ceux qui sont des suites naturelles de l'acte lui-même, ou qui dérivent des lois, coutumes et usages.

Comme dans les contrats synallagmatiques, la condition résolutoire y est toujours sous-entendue pour le cas où l'une des deux parties ne satisfait point à son engagement.

La partie envers laquelle l'engagement n'a pas été exécuté a le choix ou de forcer l'autre à l'exécution de la convention, lorsqu'elle est possible, ou d'en demander la résolution avec dommages et intérêts.

(Code civil, art. 1184, 1582, 1658.)

Les tribunaux ont fait, dans l'espèce suivante, l'application de ces principes à une vente en matière de carrières.

Les sieur et dame de Cauville avaient vendu aux sieur et dame Finet le droit d'extraire de la pierre à bâtir dans un terrain sis à Maisons-Alfort, en se réservant la propriété de la surface.

L'acte de vente stipulait que l'exploitation aurait lieu par galeries souterraines, et que les époux Finet se muniraient d'une permission de l'autorité et exploiteraient conformément aux règlements administratifs, sous les peines de droit.

Les époux Finet n'ont point rempli ces conditions. Leurs travaux étaient dirigés de manière à compromettre la solidité de la superficie et rendaient en plusieurs endroits le sol impropre à la culture.

Le sieur Labbé, qui avait succédé aux sieur et dame de Cauville dans la propriété du terrain, a assigné les époux Finet devant le tribunal civil de la Seine, pour voir prononcer la résolution de la vente et être condamnés au payement des dommages et intérêts en raison de l'inexécution des conditions du contrat.

Le tribunal a ordonné une expertise pour constater les faits; puis il a accueilli la demande du sieur Labbé, par jugement du 10 juin 1842 :

« Attendu que, du rapport dressé par les experts, il » résulte que les époux Finet ont dirigé l'exploitation

» contrairement aux dispositions des lois et règlements
» relatifs aux carrières et aux règles de l'art; qu'il y a
» lieu dès lors de statuer non-seulement sur les dommages
» et intérêts auxquels Labbé a justement droit, mais aussi
» sur la résolution demandée du contrat;

» A l'égard de la résolution, attendu que les experts
» ayant reconnu que les exploitations avaient été faites
» contrairement aux prescriptions des lois et règlements
» de la manière la plus préjudiciable pour le propriétaire,
» il y a lieu de prononcer cette résolution et d'autoriser
» Labbé à se mettre en possession du terrain. »

Ce jugement a été confirmé, en appel, par arrêt de la cour royale de Paris, du 23 juin 1843, qui a adopté les motifs des premiers juges.

Le sieur Finet et ses enfants, représentant leur mère décédée, se sont pourvus en cassation.

Ils soutenaient qu'il y avait eu fausse application des dispositions du Code civil, en ce que la résolution de la vente avait été prononcée, quoique la condition essentielle du contrat eût été remplie par le payement du prix. Les autres obligations imposées à l'acheteur, et qui dérivent, disaient-ils, moins de la convention même que de la loi, ne peuvent, en cas d'inexécution, donner lieu qu'à des dommages-intérêts, d'après l'art. 1142 du Code, portant que toute obligation de faire ou de ne pas faire se résout en dommages et intérêts en cas d'inexécution de la part du débiteur. Il ne peut y avoir résolution de la vente, ajoutaient-ils, qu'à raison de l'inexécution d'un engagement qui serait réciproque entre les parties, comme, par exemple, si l'acheteur ne payait pas le prix ou que le vendeur ne livrât pas la chose vendue. Mais l'acquéreur, quand il a payé le prix, peut disposer de sa propriété comme il l'entend; l'usage qu'il en fait ne saurait être considéré comme l'inaccomplissement d'une obligation relative à la vente, surtout lorsqu'il s'agit d'un fait qui est contraire, non pas précisément aux stipulations du contrat, mais aux lois ou règlements concernant l'objet vendu. Dans ce cas, l'acquéreur se met, il est vrai, en contravention avec les lois qui déterminent le mode d'exploitation de sa propriété, et si cette contravention préjudicie au vendeur, il peut demander des dommages et intérêts; mais on ne peut pas dire que l'acquéreur ne remplit

pas ses engagements envers le vendeur, et par conséquent il n'y a point cause de résolution de la vente.

Enfin ils prétendaient qu'il y avait eu excès de pouvoir et violation des dispositions de la loi du 21 avril 1810 sur les mines et carrières, en ce que le jugement et l'arrêt, en résolvant la vente pour cause de mauvaise exploitation et de contravention aux règlements, avaient par cela même interdit d'exploiter, et, par suite, empiété sur les attributions de l'autorité administrative.

Tout ce système ne reposait que sur une confusion des règles du droit.

Sans doute il existe des obligations qui, en cas d'inexécution, se résolvent simplement en dommages et intérêts : ce sont, d'après l'art. 1142 du Code, celles qui consistent dans l'engagement de faire ou de ne pas faire une chose.

Mais lorsque ces obligations se trouvent au nombre des conditions d'un contrat, tel qu'un acte de vente, leur inaccomplissement emporte en outre la résolution de l'acte lui-même.

Les ventes peuvent être résolues par toutes les causes qui annulent les conventions en général.

C'est ce qu'énonce positivement l'art. 1658 du Code, qui range parmi les causes de nullité et de résolution de la vente celles qui sont communes à toutes les conventions.

Et l'inexécution des engagements stipulés est au nombre des principales conditions résolutoires, lesquelles, d'après l'art. 1184, sont toujours réputées sous-entendues si elles n'ont pas été explicitement exprimées.

Sans doute aussi l'acquéreur qui a payé le prix est libre d'user comme il lui convient de l'objet vendu, qui est devenu sa propriété : avec cette restriction cependant qu'il n'en fera point un usage contraire à la condition sous laquelle la vente a été consentie. Et s'il y contrevient, le vendeur peut demander la résolution du contrat.

Or les sieur et dame de Cauville, en vendant leur carrière, avaient expressément stipulé qu'elle serait exploitée conformément aux règlements, c'est-à-dire qu'on y observerait toutes les mesures et les précautions que ces règlements prescrivent dans l'intérêt de la solidité du sol, pour garantir contre toute atteinte les propriétés de la surface. En ne s'y conformant pas, l'acquéreur contrevenait à ses engagements et portait un grave préjudice au

vendeur. Il y avait donc inexécution de la convention, et par conséquent cause résolutoire.

Quant à cette objection, que les tribunaux, en résolvant la vente, avaient par le fait interdit l'exploitation et empiété sur les attributions de l'autorité administrative, elle n'était pas plus fondée. Evidemment ce n'est pas l'interdiction de l'exploitation en elle-même que les tribunaux prononçaient. Ils annulaient simplement l'acte qui avait transféré la propriété de la carrière, et cela était certainement de leur compétence.

La cour de cassation a, par arrêt du 11 juin 1844, rejeté le pourvoi, ainsi qu'il suit :

« Sur le premier moyen; attendu, en droit, que des » dispositions combinées des art. 1658 et 1184 du Code » civil, il résulte que le contrat de vente, comme toute » autre convention, est susceptible d'être résolu, à dé» faut, par l'une des parties, d'avoir satisfait à ses enga» gements ;

» Attendu que par convention de vente, du 22 avril » 1821, les époux Finet, que représentent les demandeurs » en cassation, se sont formellement engagés, sous les » peines de droit, à n'user du droit de fouille et d'extrac» tion qui leur était vendu dans l'immeuble dont il s'agit, » qu'en se conformant aux lois et règlements sur les car» rières: que l'arrêt déclare, en fait, que leur exploita» tion s'était opérée contrairement aux lois et règlements, » et de la manière la plus préjudiciable au propriétaire » défendeur actuel ; et qu'en prononçant dans de telles » circonstances de fait la résolution desdites conventions » de vente, du 22 avril 1821, la cour royale de Paris a fait » des articles précités une juste application ;

» Sur le deuxième moyen, attendu qu'il s'agissait » uniquement au procès de la vente ou cession d'un droit » de fouille ou d'extraction de pierres ou moellons ; que » d'ailleurs la déchéance du droit d'exploiter n'était pas » l'objet du litige ; mais que l'arrêt attaqué n'a fait que » déclarer la privation du droit des demandeurs en cas» sation, comme conséquence de la résolution des con» ventions qui servaient de base à ce droit ; qu'en cela » la cour royale de Paris n'est point sortie des limites de » son pouvoir, et n'a aucunement violé les principes ou » dispositions de loi invoqués à l'appui du pourvoi ;

» Rejette, etc.... »

USINES.

Si les usines antérieures à la loi du 21 avril 1810, sont maintenues d'une manière générale par l'article 78 de cette loi, c'est à la charge par les propriétaires de celles qui n'ont point de titre régulier et explicite qui définisse leur consistance, fixe le régime des eaux, etc., de se mettre en règle à cet égard. — L'ordonnance qui maintient un ancien établissement et définit sa consistance, ne peut s'appliquer par induction, à des ateliers pour lesquels on ne justifie point d'un ancien titre. — Ces ateliers ne peuvent subsister légalement qu'en vertu d'un titre nouveau.

Une ordonnance royale du 18 juillet 1838, a autorisé l'addition d'un second haut-fourneau dans l'usine du Clos-Mortier, département de la Haute-Marne, et fixé en même temps la consistance de cet établissement.

Cette usine était antérieure à la loi du 21 avril 1810. Mais l'ordonnance n'a pu et dû comprendre dans ses dispositions que les ateliers pourvus d'un titre régulier et explicite; car si, aux termes de l'article 78 de cette loi, les établissements existants à l'époque où elle a été promulguée sont maintenus d'une manière générale, ce même article oblige les propriétaires qui n'ont jamais eu de permission, ou qui ne pourraient en représenter, à se mettre en mesure d'en obtenir, une. Or, dans l'espèce. l'existence légale d'un bocard et d'un patouillet dans l'usine en question n'était pas justifiée, et dès lors ces ateliers n'ont pas dû être mentionnés dans le détail de la consistance fixée par l'ordonnance du 12 juillet 1838.

MM. Rozet et de Ménisson, propriétaires de cette usine, ont prétendu qu'il y avait lieu de rectifier en ce point l'ordonnance dont il s'agit; ils ont produit successivement:

Des lettres patentes du roi Henri IV, du mois de janvier 1605, confirmatives de celles de Henri III, de septembre 1575, qui autorisent la forge du Clos-Mortier; 2° un règlement du grand maître enquêteur et général réforma-

teur des eaux et forêts de Champagne, du 18 août 1731, qui maintient le même établissement; 3° un arrêt du conseil, du 10 mars 1733, qui lève l'interdiction prononcée contre l'usine du Châtelier et autres usines métallurgiques.

Ce dernier document était complétement étranger à l'usine du Clos-Mortier; les deux autres titres ne mentionnaient nullement les ateliers dont il est question; le règlement de 1731, sur lequel les réclamants s'appuyaient principalement, a seulement pour objet de fixer pour chaque établissement le nombre des bouches à feu ayant droit à la consommation du combustible; il n'a rien de commun avec les ateliers dont il s'agit.

La réclamation de MM. Rozet et de Ménisson, ne trouvait donc aucun appui dans les actes dont ils excipaient. En conséquence et par décision du 12 août 1842, elle a été rejetée.

Ils ont attaqué cette décision devant le conseil d'état, et produit, outre les pièces énoncées plus haut, deux rapports d'experts, l'un, du 3 mars 1724, rédigé en exécution d'une sentence du 22 janvier 1724, qui nomme le sieur George Picard, fermier judiciaire de la forge du Clos-Mortier; l'autre, du 16 août 1737, dressé en vertu d'un arrêt de la cour des aides, du 22 mars 1737, qui adjuge l'établissement du Clos-Mortier au sieur Certain.

Ces deux rapports attestent l'existence d'un *bocard et de son lavoir*. Mais outre qu'ils laissent incertaine la consistance de ces ateliers, ils ne font nullement connaître ni le régime des eaux qui les alimentent, ni le mode d'épuration des eaux de lavage; d'ailleurs les experts de qui émanent ces documents n'avaient point qualité pour concéder ou constituer un titre de permission, et comme les lettres patentes de 1605, et le règlement de 1731 ne font aucune mention des ateliers de lavage en question, il n'existe pour eux aucun titre régulier.

MM. Rozet et de Ménisson ont soutenu que l'autorisation a pu avoir lieu, du moins *implicitement*, dans les lettres patentes de 1605 et dans le règlement de 1731, sous les termes généraux de *forge*, *établissements* et *bâtiments*, puisque les usines métallurgiques ont ordinairement dans leur voisinage et dans leur dépendance des ateliers pour la préparation des minerais de fer, et qu'il

suffirait de cette autorisation implicite pour se trouver dans les termes de l'article 78 de la loi du 21 avril 1810.

Cette façon de procéder par induction là où tout doit être clair, précis, explicite, est contraire à tous les précédents et elle ne pouvait être admise. Elle conduirait aux plus graves abus, et rendrait en définitive illusoires les dispositions de cet article 78 qui n'a voulu dispenser des formalités prescrites que ceux qui représenteraient un titre régulier, complet, et dont l'application suffirait pour la garantie de tous. L'existence ancienne d'ateliers de lavage dans l'usine de Clos-Mortier est constatée, aussi cette existence n'est point mise en question; elle est au contraire respectée, mais à la condition, prescrite par la loi, de faire régler par un acte souverain la consistance des ateliers maintenus, le régime des eaux qui les font mouvoir, et le mode de clarification des eaux bourbeuses (1). Ainsi se trouvent conciliés la volonté du législateur et les droits anciens des propriétaires.

Il n'y avait donc dans la réclamation de MM. Rozet et de Ménisson, aucune considération qui fût de nature à modifier l'opinion de l'administration dans cette affaire. M. le ministre des travaux publics a conclu, en conséquence, à ce que la requête fût écartée.

Le conseil d'état a considéré que les sieurs Rozet et de Ménisson, ne justifiant pas que les bocard et patouillet dépendant de l'usine de Clos-Mortier, eussent existé en vertu d'une permission obtenue antérieurement à la loi du 21 avril 1810, c'était avec raison que la décision attaquée avait astreint les requérants à se pourvoir d'une permission pour lesdits bocard et patouillet. Leur pourvoi a été en conséquence rejeté par une ordonnance du 29 juin 1844 (2).

---

(1) Voir, sur la même question, l'ordonnance du 1er juillet 1839, et les observations qui s'y rapportent, *Annales des mines*, 3e série, t. XVI, p. 716, etc.

(2) Voir cette ordonnance, ci-après, page 729.

ORDONNANCES DU ROI

ET DÉCISIONS DIVERSES,

Concernant les mines, usines, etc.

PREMIER SEMESTRE 1844.

Haut-fourneau, à Saint-Dizier.

Ordonnance du 16 janvier 1844, qui autorise les héritiers du sieur Coquard-Briquet, *à établir à* Saint-Dizier (Haute-Marne), *sur la rive droite du ruisseau d'*Ornel, *un haut fourneau pour la fusion du minerai de fer.*

Usine à fer de Limanton.

Ordonnance du 16 janvier 1844, qui autorise les sieurs de Courvol *et* Boussaroque, *à maintenir en activité leur usine à fer de* Limanton, *située sur l'étang et dans la commune de ce nom* (Nièvre).

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

Un haut-fourneau ;
Un cubilot pour la fabrication des mouleries ;
Un patouillet à trois huches.

Forge et moulin à la Chapelle-St-André.

Ordonnance du 16 janvier 1844, qui autorise le sieur Coulot-Bigé, *à maintenir en activité 1° la forge située sur le ruisseau du* Sosay, *commune de la* Chapelle-Saint-André (Nièvre), *et composée d'un feu de mazerie, de deux feux de petite forge, et des machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du petit fer et de l'acier de forge ; 2° le moulin à blé construit sur le bief de la forge ci-dessus désignée.*

Ordonnance du 16 *janvier* 1844, *qui autorise la dame veuve* Paichereau, *à maintenir en activité l'usine à fer, dite* la grosse forge de Prémery, *située dans la commune de ce nom, sur la* Nièvre (Nièvre).

Usine à fer, à Prémery.

Cette usine est et demeure composée de deux feux de forge, et des marteaux et accessoires nécessaires à l'affinage de la fonte et à sa conversion en fer forgé.

Ordonnance du 16 *janvier* 1844, *qui autorise les sieurs* Lecourt, Phélip *et* Cie, *à maintenir en activité les deux patouillets destinés à la préparation des minerais de fer, qu'ils ont établis sur une dérivation de la rivière de la* Bèze, *commune de* Bezouotte (Côte-d'Or).

Patouillets, à Bezouotte.

Ordonnance du 16 *janvier* 1844, *qui autorise les sieurs* Poupillier fils et Cie, *à maintenir en activité six lavoirs à bras servant à la préparation des minerais de fer, et situés au lieu dit le* Paquis du rivage, *près du haut-fourneau de* Brévilly, *commune de* Pouru-Saint-Remy (Ardennes).

Lavoirs à bras, à Pouru-St-Remy.

Ces lavoirs seront alimentés par les eaux de la Chiers, retenues dans l'étang de l'ancienne usine dite l'*Émoulerie Lambert*, et pourront l'être aussi par les eaux dérivées des ruisseaux de Pouru-Saint-Remy et du Paquis Jay.

Ordonnance du 20 *janvier* 1844, *qui accorde au sieur* d'Amieu, baron de Beaufort, *la concession de mines de lignite situées dans les communes de* Beaufort, Aigue *et* Oupia, *arrondissement de* Saint-Pons (Hérault).

Mines de lignite de Beaufort.

(Extrait.)

***Art.* 2. Cette concession qui prendra le nom de *concession de Beaufort*, est limitée, conformément au plan**

annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

1° *A l'Ouest*, par une ligne droite tirée du pic de Bujas, sur la limite des communes d'Aigue et de Beaufort, à la métairie d'Artix, et prolongée jusqu'à la rencontre du chemin d'Oupia à Mailhac;

2° *Au Sud*, à partir de ce point par ledit chemin jusqu'au point où il quitte le territoire d'Oupia, pour entrer dans celui d'Aigue, la limite de ces deux communes jusqu'à la borne sommet des limites des trois communes d'Aigue, Oupia et Mailhac, et de là par la limite des communes d'Aigue et de Mailhac jusqu'au ruisseau d'Embusque;

3° *A l'Est*, par le ruisseau d'Embusque qui sépare les communes d'Aigue et de Mailhac, en le remontant jusqu'à 720 mètres au-dessus de l'embouchure du ruisseau de la Magdelaine, à l'embouchure d'un petit ruisseau venant de la commune d'Aigue;

4° *Au Nord*, par une ligne droite tirée de ce dernier point au pic de Bujas, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés vingt hectares.

Saline de Salies. *Ordonnance du* 20 *janvier* 1844, *qui autorise les sieurs* Jules-Louis Moreau *et* Cie, *à établir à* Salies (Basses-Pyrénées), *sur l'emplacement acquis de la famille* Dondat, *le* 10 *novembre* 1841, *par l'association des* Part-prenants *de ladite ville, une saline destinée au traitement des eaux salées qui leur ont été affermées par cette association, le* 30 *juin* 1842; *ladite saline renfermant* 12 *poëles qui offrent ensemble une surface d'évaporation de* 261 *mètres carrés.*

(Extrait.)

Art. 2. Les permissionnaires ne pourront employer dans cette usine, que des eaux provenant des puits et sources salées appartenant à l'association des *Part-prenants*, en vertu de concession régulière.

Art. 4. Dans le cas où les permissionnaires modifieraient les dispositions intérieures de leur établissement, ils seront tenus de lui conserver une consistance suffisante, pour une fabrication annuelle de 500,000 kilo-

grammes de sel au moins, destinés à être livrés à la consommation intérieure et assujettis à l'impôt ; à défaut de quoi il leur sera fait application de l'article 8 de la présente.

Art. 8. La présente permission pourra être révoquée pour cause d'inexécution des conditions ci-dessus prescrites.

La révocation sera prononcée par arrêté de notre ministre des travaux publics ; cet arrêté sera exécutoire par provision et nonobstant tout recours de droit.

Mines de fer de Balaitg.

Ordonnance du 20 *janvier* 1844, *portant que la renonciation des sieur et dame* Poulhariès-Salvaire, *à la concession des mines de fer de* Balaitg (Pyrénées-Orientales), *est acceptée, et que cette concession sera affranchie, à compter dudit jour* 29 *janvier, du payement des redevances établies par la loi du* 21 *avril* 1810, *ainsi que des autres charges résultant de l'acte de concession.*

Usine à fer, à Fontaine-Française et Fontenelle.

Ordonnance du 22 *janvier* 1844, *qui autorise* M. le marquis de la Tour-du-Pin, *à maintenir en activité l'usine à fer qu'il possède au bas du grand étang de* Fontaine-Française, *sur les territoires des communes de* Fontaine-Française *et de* Fontenelle (Côte-d'Or) ; *ladite usine composée d'un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, et de deux patouillets pour la préparation de ce minerai.*

Usine à fer de Meulot.

Ordonnance du 22 *janvier* 1844, *qui autorise* M. le comte et Mme la comtesse d'Osmond, *à maintenir en activité l'usine à fer de* Meulot, *qu'ils possèdent dans la commune de* Montigny-aux-Amognes (Nièvre).

La consistance de cette usine reste fixée ainsi qu'il suit :

1° Un haut-fourneau et sa soufflerie;
2° Un bocard à laitiers,
3° Un lavoir à bras pour la préparation du minerai de fer.

Mines de houille de la Courolle.

Ordonnance du 27 janvier 1844, qui accorde au sieur Edme Voizot, *la concession de mines de houille, comprises dans les communes de* Buxières-la-Grue *et de* Saint-Hilaire, *arrondissement de* Moulins (Allier).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Courolle* est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, à partir de l'angle le plus au Sud des bâtiments du domaine de Gilardière, point A du plan, une ligne droite menée au point B, rencontre du ruisseau de Morgon avec le chemin qui conduit du domaine des Charrières, au chemin de Cosne à Moulins;

A l'Est, une ligne menée de ce dernier point sur l'angle Ouest des bâtiments du domaine de Méclet, mais arrêtée au point C, où elle est coupée par une ligne menée du clocher de Saint-Hilaire au point D, angle Sud-Est des bâtiments du domaine de Suivière;

Au Sud, 1° par la portion de cette dernière ligne, qui est comprise entre le point C et le point D; 2° par une ligne tirée du point D au moulin Brulé, mais arrêtée au point E où elle est rencontrée par le prolongement d'une ligne menée du point A, à l'angle Ouest de la locaterie de la Vicairerie;

A l'Ouest, par cette dernière ligne, depuis le point E jusqu'au point A, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés quatre-vingt-douze hectares.

Mines de bitume des Plaines.

Ordonnance du 27 janvier 1844, qui accorde aux sieurs Augustin-Joachim-Léon de Garidel, Jean-Baptiste Ferrat, Jean-Baptiste Ponsard fils, *la*

concession de mines de bitume, comprises dans les communes de VILLEMUS, ST-MARTIN-DE-RENACAS, MANOSQUE *et* MONTFURON, *arrondissement de* FORCALQUIER (Basses-Alpes).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Plaines*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par une ligne droite allant du point M, clocher de Villemus, à l'angle Sud de la maison dite *la Gipière*, mais en arrêtant cette ligne au point N, où elle rencontre le ravin de Piferat ou de Riou, et par une autre ligne droite menée dudit point N au point O, angle Sud-Ouest de la maison Bassême;

A l'Est, par une ligne droite allant dudit point O au point P, angle Nord-Ouest de la maison Bourne;

Au Sud, par deux lignes droites menées, l'une dudit point P au point Q, centre du hameau des Bourdins, et l'autre de ce dernier point au point R, jonction du chemin de Pertuis à Manosque, et de la route d'Apt à Manosque;

A l'Ouest enfin, par une ligne droite allant dudit point R au clocher de Villemus, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés quatre-vingt-dix-huit hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés :

1° A une rente annuelle de cinq centimes par hectare pour tous les terrains compris dans l'enceinte de la concession;

2° A une redevance au profit des propriétaires dans les terrains desquels les travaux auront lieu, et qui est fixée au trentième des minerais extraits, prêts à être employés, quand l'exploitation se fera à ciel ouvert, et au soixantième des mêmes minerais, lorsque l'exploitation s'opèrera par travaux souterrains. Cette redevance sera acquittée en argent par les concessionnaires, et l'évaluation en sera faite à l'amiable ou à dire d'experts.

Ces dispositions seront applicables, nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Usine à fer de Rustrel.

Ordonnance du 27 *janvier* 1844, *qui autorise le sieur* François Gaufridy, *à ajouter deux hauts-fourneaux allant au coke à l'usine à fer de* Rustrel, *commune de ce nom* (Vaucluse).

En conséquence ladite usine est et demeure composée de deux hauts-fourneaux au charbon de bois, et de deux hauts-fourneaux au coke.

Mines de lignite de Fontienne.

Ordonnance du 16 *février* 1844, *qui accorde au sieur* Jean-Louis Manuel *la concession de mines de lignite situées dans la commune de* Fontienne, *arrondissement de* Forcalquier (Basses-Alpes).

(Extrait.)

Art 2. Cette concession, qui prendra le nom *de concession de Fontienne*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par une ligne droite DF, menée du point de jonction des ravins de Seignon et de Beveron, au point où le chemin de Sigonce à Fontienne traverse le ravin des Blaches;

A l'Est, par le ravin des Blaches, depuis ce dernier point jusqu'à celui où il est coupé par le prolongement d'une ligne droite CAI, passant par le point de jonction du ravin des Vignes de Fontienne avec celui de Beveron, et par l'angle Nord du Bastidon de M. de Fontbelle, prolongé jusqu'à la rencontre du ravin des Blaches, au point I;

Au Sud, par la ligne droite IAC, dont on vient de parler;

A l'Ouest, par le ravin de Beveron depuis sa rencontre

avec le ravin des Vignes, au point C, jusqu'à celle du ravin de Seignon, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de dix-huit hectares quatre-vingt-cinq centiares.

Saline du Haras, à Sarralbe.

Ordonnance du 16 *février* 1844, *qui autorise les sieurs* Jean-Nicolas BURGUN *et la* dame Marie-Madeleine SEILER, *son épouse*, *le sieur* Jean-Georges-Mathias GAST *et la* dame Marie-Anne SEILER, *son épouse*, *le sieur* Louis LORIN, *le sieur* Louis-Oreno SONIS *et la* dame Françoise LORIN *son épouse*, *le sieur* Alphonse TRINCHANT *et la* dame Élise LORIN *son épouse*, *à mettre en activité*, *pour la fabrication du sel*, *la saline qu'ils ont construite dans leur ferme du* HARAS, *commune de* SARRALBE (Moselle).

(Extrait.)

Art. 2. Les poëles seront au nombre de cinq, offrant ensemble une surface de 223 mètres carrés, conformément au plan.

Art. 5. Ils (*les permissionnaires*) seront tenus, conformément à la loi du 17 juin 1840 sur le sel, de fabriquer au minimum annuellement, une quantité de 500,000 kilogrammes de sel, pour être livrés à la consommation intérieure et assujettis à l'impôt; à défaut de quoi, il leur sera fait application de l'art. 8 de la même loi.

Saline de Sarralbe.

Ordonnance du 16 *février* 1844, *qui autorise les sieurs* Louis AUBERT, GOUVY *et* Cie, *à mettre et à maintenir en activité la saline qu'ils ont construite dans la commune* SARRALBE (Moselle).

(Extrait.)

Art. 2. Les ateliers seront au nombre de quatre, renfermant onze poëles, offrant ensemble une superficie de

418 mètres carrés 4 décimètres carrés, le tout conformément au plan annexé.

Art. 5. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance précédente.*)

Mines de bitume des Fumades.

Ordonnance du 17 *février* 1844, *qui accorde au sieur* Marie-Louis-François DE BÉRARD, marquis de MONTALET-ALAIS, *et au sieur* Marie-Joseph ROUSSEAU, *la concession de mines de bitume situées dans la commune d'*ALLÈGRE, *arrondissement d'*ALAIS (Gard).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession qui prendra le nom de *concession des Fumades*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A partir du mas Chabert, angle Nord, une ligne droite dirigée sur l'angle Nord du mas Gille, et prolongée jusqu'à la rivière d'Alauze; de ce point, ladite rivière, en la descendant, jusqu'à la rencontre du prolongement d'une autre ligne droite menée de l'angle Nord des Sallèles à l'angle Nord du mas Christol; de ce point de rencontre, la ligne droite qui passe par les angles Nord du mas Christol et des Sallèles, et enfin des Sallèles une autre droite menée à l'angle Nord du mas Chabert, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 5 kilomètres carrés 43 hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les art. 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés :

1° A une rente annuelle de dix centimes par hectare, en faveur des propriétaires de tous les terrains renfermés dans le périmètre de la concession;

2° A une redevance en nature, du vingt-cinquième des minerais de bitume extraits à ciel ouvert, et du cinquantième des minerais extraits par travaux souterrains, que les concessionnaires payeront aux propriétaires des terrains sous lesquels l'exploitation aura lieu et tant que cette exploitation durera sous leurs terrains.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Art. 13. La présente concession ne préjudicie en rien aux droits acquis aux concessionnaires des mines de lignite d'*Auzon*, concédées par l'ordonnance du 17 mai 1838, dans l'étendue aujourd'hui concédée pour le bitume, de pratiquer toutes les ouvertures qui seront reconnues utiles à l'exploitation desdites mines soit près de la surface, soit dans la profondeur, sauf l'application réciproque, s'il y a lieu, des dispositions de l'art. 45 de la loi du 21 avril 1810.

Cahier des charges de la concession des mines de bitume des Fumades.

(Extrait.)

Art. 23. Les concessionnaires seront tenus de souffrir toutes les ouvertures qui seraient pratiquées, pour l'exploitation des mines de lignite d'Auzon, par les concessionnaires de ces dernières mines, ou même le passage à travers leurs propres travaux, s'il est reconnu nécessaire; le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts. En cas de contestation sur la nécessité ou l'utilité de ces ouvertures, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les parties ayant été entendues, et sauf le recours au ministre des travaux publics.

Art. 24. Si l'exploitation des gîtes de bitume, objet de la présente concession, fait reconnaître qu'ils s'approchent des gîtes de lignite, objet de la concession d'Auzon, les concessionnaires ne pourront exploiter que la partie de ces gîtes, où l'extraction sera reconnue n'offrir aucun inconvénient pour les mines de la concession d'Auzon, situées dans le voisinage de la concession des Fumades. En cas de contestation à ce sujet, il sera statué par le préfet, ainsi qu'il est dit à l'art. ci-dessus, et les concessionnaires devront se conformer aux mesures qui seront prescrites par l'administration, dans l'intérêt de la bonne exploitation des deux substances.

Mines de bitume du Puech.

Ordonnance du 17 février 1844, qui accorde aux sieurs Robert-Adolphe Barrois d'Orgeval, et Armand-Jean-Constantin Hudault, *la concession de mines de bitume situées dans la commune d'*Allègre, *arrondissement d'*Alais (Gard).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession qui prendra le nom de *concession du Puech*, est limitée, conformément au plan annexé à notre ordonnance de ce jour, relative à la concession des Fumades, ainsi qu'il suit, savoir :

En partant des Sallèles une ligne droite menée au point d'intersection du chemin des Fumades à Auzon avec la rivière d'Auzonnet ; de ce point, ladite rivière jusqu'à son confluent avec celle d'Alauze ; ensuite le cours de cette dernière en la remontant jusqu'à son intersection avec le prolongement de la ligne droite menée des Sallèles au mas Christol ; de ce point de rencontre, ladite ligne droite jusqu'aux Sallèles, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 2 kilomètres carrés 50 hectares.

Art. 4. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance précédente, relative à la concession des Fumades.*)

Art. 14. (*Comme l'article* 13.)

Cahier des charges de la concession des mines de bitume du Puech.

(Extrait.)

Art. 23. (*Comme l'article correspondant du cahier des charges de la concession des Fumades.*)

Art. 24. (*Comme l'article correspondant dudit cahier des charges, sauf la dénomination de la concession.*)

Mines de bitume de Servas.

Ordonnance du 17 février 1844, qui accorde à la dame Anaïs-Adélaïde de Servas, veuve de Lachadenède, *et au sieur* Auguste Serre-Guiraudet, *la concession de mines de bitume comprises dans*

les communes de Mons *et de* Servas, *arrondissement d'*Alais (Gard).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Servas*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A partir du point d'intersection du chemin de Salindre à Navacelle avec le vallat d'Aubaron, une suite de lignes droites passant par l'angle Nord de la maison Fabrègue, dépendante du hameau de la Sorbière, le mas Neuvel, la Liguière, Cativel, la maison Saint-Martin Fabrègue de Celau, le mas de Blazin, cette dernière ligne prolongée jusqu'au vallat de Bourboiras ; de là les vallats de Bourboiras et d'Aubaron, en les descendant, jusqu'à la rencontre de ce dernier avec le chemin de Salindre à Navacelle, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 6 kilomètres carrés 63 hectares.

Art. 4. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance ci-dessus, relative à la concession des Fumades.*)

Ordonnance du 17 *février* 1844, *qui accorde aux sieurs* Jules Olivier *et* Claude Perret, *la concession de mines de bitume comprises dans les communes de* Servas, Salindre, Rousson *et* Allègre, *arrondissement d'*Alais (Gard).

Mines de bitume de Cauvas.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Cauvas*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A partir du point de rencontre du chemin de Salindre à Navacelle avec le vallat d'Aubaron, des lignes droites passant par l'angle Nord de la maison de Fabrègue, dépendante du hameau de la Sorbière, le mas Neuvel, le hameau de Cauvas, l'angle Nord du mas Chabert, l'angle

Nord du mas Gille, cette dernière ligne prolongée jusqu'à la rivière d'Alause ; de là ladite rivière en la remontant, ainsi que le ruisseau ou vallat d'Aubaron, jusqu'à l'intersection de ce dernier avec le chemin de Salindre à Navacelle, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 3 kilomètres carrés 58 hectares.

Art. 4. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance ci-dessus, relative à la concession des Fumades*).

Tourbe terreuse dite *Terre noire*, dans les marais de Donges, etc.

Ordonnance du 24 *février* 1844, *relative à l'extraction de la tourbe terreuse dite* Terre noire, *dans les marais de* DONGES (Loire-Inférieure), *etc.*

Louis-Philippe, roi des Français,

A tous présents et à venir, salut.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état des travaux publics ;

Vu le titre 8, section 2 de la loi du 21 avril 1810 ;

Vu notre ordonnance du 3 octobre 1838, portant règlement pour l'exploitation de la tourbe dans les marais de Donges, département de la Loire-Inférieure;

Les propositions des ingénieurs des mines, tendant à soumettre aux mêmes dispositions les extractions d'une tourbe terreuse dite *Terre noire*, qui s'opèrent dans ces marais, et à apporter certaines modifications dans l'article 3 du réglement précité, en ce qui concerne les époques où doivent être présentées les demandes de tourbage ;

L'avis du préfet ;

L'avis du conseil général des mines du 28 juillet 1843 ;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1. Les dispositions de l'ordonnance royale du 3 octobre 1838, sont appliquées à l'extraction de la tourbe terreuse dite *Terre noire*, et à l'extraction des vases qui se déposent au fond des canaux d'écoulement ou de communication pratiqués dans lesdits marais.

Art. 2. Aucune autorisation d'extraire la tourbe terreuse dite *Terre noire*, ou des vases contenant de la tourbe, ne sera accordée qu'à la condition expresse d'ex-

ploiter en même temps la tourbe qui se trouverait au-dessous de la terre noire ou des vases.

L'extraction de la tourbe terreuse et des vases déposées au fond des canaux d'écoulement et de communication, ne pourra avoir lieu qu'en vertu d'une permission spéciale de l'administration.

Art. 3. Pour les marais ou portions de marais qui ne seraient pas praticables un mois au moins avant l'époque où commencent habituellement les travaux de tourbage, les demandes en autorisation devront, pour les tourbages à exécuter dans les années 1845 et suivantes, et par dérogation à l'art. 3 de notre ordonnance du 3 octobre 1838, être adressées au sous-préfet avant le 1er juillet de l'année qui précédera celle pendant laquelle devront avoir lieu les extractions mentionnées dans les dites demandes.

Art. 4. Notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au bulletin des lois.

Ordonnance du 24 *février* 1844, *qui accorde aux sieurs* PALIOPY *et* Cie, *la concession de mines de plomb argentifère comprises dans les communes de* VILLENEUVE-LES-CHANOINES, SALLÈLES, LIMOUSIS, CAUNES *et* TRASSANEL, *arrondissement de* CARCASSONNE (Aude).

Mines de plomb argentifère de Villeneuve.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Villeneuve*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par une ligne droite allant du clocher de Limousis à Marsilly;

A l'Est, par une ligne droite allant de Marsilly à la bergerie de Villegauze;

Au Sud-Est, par une ligne droite allant de ladite bergerie au clocher de Villeneuve-les-Chanoines;

Au Sud-Ouest, par deux lignes droites allant du clocher de Villeneuve à Sallèles, et de Sallèles au clocher de Limousis, point de départ;

Lesdites limites renferment une étendue superficielle de quinze kilomètres carrés quatre-vingt-dix hectares.

Usine à fer du Marais.

Ordonnance du 14 mars 1844, qui autorise M. le baron DE BAR *à maintenir en activité l'usine à fer du* MARAIS, *située sur la* NIÈVRE, *commune de* ST-BENIN-DES-BOIS (Nièvre).

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :
Un feu de mazerie ;
Deux feux de petite forge ;
Un bocard à laitiers ;
Et les machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du petit fer.

Usine à fer de Syam.

Ordonnance du 14 mars 1844, qui autorise les héritiers de la dame veuve JOBEZ, *à maintenir en activité les deux feux d'affinerie au charbon de bois, et le laminoir à tôle, qui ont été établis postérieurement à l'ordonnance du 1er juillet 1820, dans l'enceinte de l'usine qu'ils possèdent à* SYAM (Jura).

Ladite usine est et demeure composée en conséquence :
De cinq feux d'affinerie, au charbon de bois ;
D'une fenderie ;
D'un laminoir à tôle ;
Des appareils de compression nécessaires pour la fabrication et l'étirage du fer ;
Des machines soufflantes en nombre suffisant.

Usine à fer, à Alciette-Bascassan.

Ordonnance du 18 mars 1844, portant que le délai fixé par l'ordonnance du 27 mai 1839, pour la construction et mise en activité de l'usine à fer que les sieurs LORE-DUROUX, DELHOM *et* Cie *ont été autorisés à établir dans la commune d'*ALCIETTE-BASCASSAN (Basses-Pyrénées), *est de nouveau prorogé jusqu'au 27 mai 1846.*

Mines de bitume de Labourdette.

Ordonnance du 19 *avril* 1844, *qui accorde au sieur* DEBRAY *et* Cie, *la concession de mines de bitume situées dans la commune de* GAUJACQ, *arrondissement de* ST-SEVER (Landes).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Labourdette*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par une suite de lignes droites allant de l'angle Sud de la maison Bayle du Bas, à l'angle Sud de la maison Legué ; de là à l'angle Sud-Est de la maison Mirande ; de ce point, à l'angle Est de rencontre du chemin du château à l'église avec celui de Gaujacq à Bastennes ;

A l'Est, par une ligne partant de ce dernier point, et suivant la limite septentrionale de ce dernier chemin, jusqu'au point où il est rencontré par le prolongement de la façade Est de la maison Quillon ; de là par une ligne droite aboutissant à l'angle Nord-Est de la maison Patché ;

Au Sud, par une ligne droite partant dudit point, et aboutissant à l'angle est de la maison Thomas ;

A l'Ouest, par une ligne droite allant de ce point à l'angle Sud de la maison Bayle du Bas, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quarante-cinq hectares vingt-deux ares.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé à une redevance de neuf centimes par quintal de minerai extrait. Cette redevance sera payée chaque mois par les concessionnaires aux propriétaires sous les terrains desquels l'exploitation aura lieu.

Elle ne sera due que pour les minerais qui seront susceptibles, par leur richesse, d'être utilement employés. Les propriétaires pourront placer à leurs frais un préposé pour vérifier la quantité de minerai sorti de la mine.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conven-

tions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de bitume de LABOURDETTE.

(Extrait.)

Art. 8. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous des habitations ou des édifices, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, accordée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le conseil municipal et les propriétaires auront été entendus, et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. La caution devra être fournie et l'autorisation devra être obtenue lorsque les travaux se trouveront à 20 mètres de distance des habitations et édifices. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Art. 9. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous des chemins ou à une distance de leurs bords moindre de 20 mètres, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation du Préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que les propriétaires et les ingénieurs des ponts-et-chaussées auront été entendus, et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

S'il est reconnu que l'autorisation peut être accordée, l'arrêté du préfet prescrira toutes les mesures de conservation et de sûreté qui seront jugées nécessaires.

Mines de bitume de Pozat.

Ordonnance du 19 avril 1844, qui accorde aux sieurs Lasserre *et aux héritiers de la dame* veuve Dufau, *la concession de mines de bitume situées dans la commune de* Gaujacq, *arrondissement de* St-Sever (Landes).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Pozat*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu il suit, savoir :

Au Nord, par une ligne droite allant de l'angle Est de rencontre du chemin du château à l'église avec celui de Bastennes à Gaujacq, à l'angle Sud-Est de la maison Mirande;

A l'Est, par une ligne droite partant de ce point, et aboutissant à l'angle Nord-Ouest de la maison Lahoulière;

Au Sud, par une ligne droite allant de ce point à l'angle Nord-Est de la maison Patché;

A l'Ouest, par une ligne partant de ce point, et aboutissant au point où le prolongement de la façade Est de la maison Quillon rencontre le chemin de Gaujacq à Bastennes; de là, en suivant la limite septentrionale de ce chemin, jusqu'à l'angle Est de rencontre du chemin du château à l'église, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de seize hectares trente trois ares.

Art. 4. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance précédente, relative à la concession de Labourdette.*)

Cahier des charges de la concession des mines de bitume de Pozat.

(Extrait.)

Art. 8. (*Comme l'article correspondant du cahier des charges de la concession de Labourdette.*)

Art. 9. (*Comme l'article correspondant dudit cahier des charges.*)

Mines de houille et de schistes pyriteux et alumineux de Piblange.

Ordonnance du 19 *avril* 1844, *qui accorde au sieur* Geofroi Staadt, *la concession de mines de houille et de schistes pyriteux et alumineux, situées dans la commune de* Piblange, *arrondissement de* Metz (Moselle).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Piblange*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord-Ouest, à partir du point P, intersection vers l'Est, des limites du territoire de la commune de Saint-Bernard, et du chemin de cette commune à Piblange, par une ligne droite tirée de ce point P au point *c*, situé sur les limites des territoires de Piblange et d'Hestroff, à la jonction des deux cantons de vignes du ban de Piblange, dits Vignersberg et Gémeinen-Vingers ;

De ce point *c*, par une ligne droite menée au point *d* de rencontre du chemin de Drogny à Anzeling, avec celui de Bockange à Hestroff;

A l'Est, par ce dernier chemin depuis ledit point *d*, jusqu'à l'entrée du village de Bockange (point *e* du plan) ;

Du point *e* par une ligne droite, aboutissant, en *f*, à la jonction de deux chemins, formant le sommet de l'angle du canton dit Sous-Prétel, lequel point *f* est à 194 mètres du point *e*;

Dudit point *f* par le chemin de Bockange à Gomelange, jusqu'au point *g* où ce chemin se joint à celui de Romelange;

Au Sud, par une ligne brisée partant du point *g*, aboutissant au point *h*, et servant à désigner une partie des limites Nord du territoire de Rurange;

Au Sud-Ouest, à partir du point *h*, par une ligne droite aboutissant au point de départ P;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, sept hectares.

Cahier des charges, relatif à la concession des mines de houille et de schistes pyriteux et alumineux de Piblange.

(Extrait.)

Art. 6. Le concessionnaire ne pourra pratiquer aucune

ouverture de travaux dans les bois communaux compris dans la concession, avant qu'il ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration des forêts, afin que l'on puisse constater, au bout d'un an, et successivement chaque année, les indemnités qui seront dues.

Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près qu'il sera possible de l'entrée des mines, dans les endroits les moins dommageables, lesquels seront désignés par le préfet, sur la proposition des agents forestiers locaux, le concessionnaire et l'ingénieur des mines ayant été entendus.

Art. 7. Les chemins qu'il pourra être utile d'établir dans ces bois, pour le transport des matériaux, seront fixés contradictoirement avec les agents forestiers, lesquels seront également appelés pour désigner les arbres dont l'abattage sera reconnu nécessaire. Ces arbres seront vendus en la forme des menus marchés, et le prix d'adjudication, sera versé dans la caisse du receveur municipal.

Art. 8. Le concessionnaire sera civilement responsable des dégâts commis dans la forêt par ses ouvriers ou par ses bestiaux, dans la distance fixée par l'article 31 du Code forestier.

Art. 9. Lorsque le concessionnaire abandonnera une ouverture de mine, il pourra être tenu de la faire combler en nivelant le terrain, et de faire repeupler ce terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, sur le rapport des agents de l'administration forestière et de l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu, et sauf recours devant le ministre des travaux publics.

Art. 30. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de ses mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Mines de fer de Fangy.

Ordonnance du 19 *avril* 1844, *qui accorde au sieur* Marie-Étienne Monnier-Jobez, *la concession de mines de fer comprises dans les communes de* Sellières, Le Bouchaud, Bersaillin, Monay *et* Toulouse, *arrondissement de* Lons-le-Saulnier (Jura).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Fangy*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord-Ouest, par une ligne droite menée du point C, clocher de Sellières, au point B, fontaine des Voises ;

Au Nord, par une ligne droite menée de ladite fontaine des Voises à l'angle Sud du bâtiment Sud de la tuilerie de Bersaillin, mais en l'arrêtant au point T, où cette ligne coupe le chemin de Bouchaud à Monay, et à partir dudit point T par ledit chemin de Bouchaud à Monay, jusqu'au point S, où il est coupé par une autre ligne droite dirigée du point G, embranchement des chemins de Fangy à Monay, et de Fangy à la fontaine des Voises, sur ledit angle Sud du bâtiment Sud de la tuilerie de Bersaillin ;

Au Sud-Est, à partir dudit point S, par ladite ligne droite, allant de l'angle Sud du bâtiment Sud de la tuilerie de Bersaillin au point G, embranchement des chemins de Fangy à Monay et de Fangy à la fontaine des Voises, et par une autre ligne droite allant du point G au point H, où le chemin du mont Chauverot à Fangy est coupé par une ligne droite joignant les clochers de Toulouse et de Sellières ; lesdites lignes SG et GH limitant aussi la concession de Monay ;

Au Sud, enfin à partir dudit point H, par ladite ligne droite menée du clocher de Toulouse au point C, clocher de Sellières, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés vingt six hectares.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à :

1° une rétribution de dix centimes par hectare de terrain;

2° Une rétribution de 0,25 centimes par mètre cube de minerai extrait, et payable seulement au propriétaire sous le terrain duquel l'exploitation aura lieu.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires, qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession de FANGY.

(Extrait.)

Art. 17. En exécution de l'article 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira au haut-fourneau de Baudin, qui s'approvisionnait sur des gîtes compris dans sa concession, la quantité de minerai nécessaire à l'alimentation de cette usine, au prix qui sera fixé par l'administration.

Art. 18 Lorsque l'approvisionnement de l'usine ci-dessus désignée aura été assuré, le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera alors fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'article 65 de la loi du 21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

Art. 19. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forge, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi.

Art. 32. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de ses mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Ordonnance du 19 *avril* 1844, *qui accorde au sieur* Claude GUYON *la concession de mines de fer*

Mines de fer de Monay.

comprises dans les communes de Monay, Toulouse *et de* Bersaillin, *arrondissement de* Lons-le-Saulnier (Jura).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Monay*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord-Ouest, par une ligne droite menée du point H, intersection du chemin du mont Chauvrot à Fangy, et d'une ligne droite joignant les clochers de Toulouse et de Sellières, au point G, embranchement des chemins de Fangy à Monay et de Fangy à la fontaine des Voises, et par une autre ligne droite allant dudit point G à l'angle Sud du bâtiment Sud de la tuilerie de Bersaillin, mais en l'arrêtant au point S, où cette ligne droite coupe le chemin de Monay au Bouchaud, lesdites lignes SG et GH limitant aussi la concession de Fangy ;

Au Nord-Est, à partir dudit point S, par ledit chemin du Bouchaud à Monay jusqu'au point V, où ce chemin est coupé par une ligne droite dirigée du clocher de Monay sur l'angle Sud du bâtiment Sud de la tuilerie Bersaillin ;

A l'Est, à partir dudit point V par la ligne droite dirigée du point E, clocher de Monay, sur l'angle Sud du bâtiment Sud de la tuilerie de Bersaillin, et par une autre ligne droite menée dudit clocher de Monay au point D, clocher de Toulouse ;

Au Sud enfin, par une ligne droite allant dudit clocher de Toulouse au point H, intersection du chemin du mont Chauvrot à Fangy et d'une ligne droite joignant les clochers de Toulouse et de Sellières, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de un kilomètre carré quatre hectares.

Art. 5. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance précédente, relative à la concession de Fangy.*)

(Extrait.)

Cahier des charges de la concession de Monay.

Art. 17. En exécution de l'article 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira aux hauts-four-

neaux de Baudin et de Foucherans, qui s'approvisionnaient sur des gîtes compris dans sa concession, la quantité de minerai nécessaire à l'alimentation de ces usines, au prix qui sera fixé par l'administration.

Art. 18. Lorsque l'approvisionnement des usines ci-dessus désignées aura été assuré, le concessionnaire, etc. (*la suite comme à l'article correspondant du cahier des charges de la concession de Fangy*).

Art. 19. (*Comme l'article correspondant du cahier des charges de la concession de Fangy.*)

Art. 32. (*Comme l'article correspondant dudit cahier des charges.*)

Ordonnance du 19 *avril* 1844, *qui accorde aux sieurs* François-Honoré-Franklin Thore, Victor Meyrac, François Dubourg oncle, et François Dubourg neveu, Claude-Laurent Magnes, *la concession de sources et puits d'eau salée, situés dans la commune d'*Oraas, *arrondissement d'*Orthez (Basses-Pyrénées).

Sources et puits d'eau salée d'Oraas.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession d'Oraas*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par une suite de lignes droites, allant de la jonction du ruisseau d'Oraas avec le Gave d'Oleron à l'angle Nord de la maison Ballade, de là à l'angle Nord de la maison Pecaut, de là à l'angle Nord de la maison Hountas; puis par le prolongement de cette dernière ligne droite jusqu'au point de rencontre avec le ruisseau de la saline;

A l'Est, par une ligne droite partant de ce dernier point et aboutissant à l'angle Sud-Est de la maison Latcoulère;

Au Sud, par une suite de lignes droites allant de ce dernier point à l'angle Sud-Est de la maison Labarthe; de là à l'angle Sud de l'église d'Oraas; puis, par le prolongement de cette dernière ligne droite, jusqu'au point d'intersection avec la rive droite du Gave d'Oleron;

A l'Ouest, par une ligne droite partant de ce dernier point, suivant la rive droite du Gave, jusqu'à la jonction avec le ruisseau d'Oinaas, point de départ;

Lesdites limites indiquées au plan par les lettres A, B, C, D, E, F, G, H, I, A, et renfermant une étendue superficielle de 91 hectares, 25 ares.

Sources salées des Saléaux.

Ordonnance du 19 avril 1844, qui accorde aux sieurs Charles-Alexis Boppe, Claude-Joseph Cabocel, François-Joseph Henri Pierron, Étienne-Auguste Ancelon *et* François Petitbon, *la concession de sources d'eau salée dans les communes de* Ley *et de* Juvélise, *arrondissement de* Chateau-Salins (Meurthe).

(Extrait.

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Saléaux*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'Ouest, par la rive orientale du ruisseau dit de la vieille ou de la petite écluse, depuis le point A où il débouche dans le canal de flottage, jusqu'à l'embouchure du ruisseau dit Landaupont, point B du plan;

Au Sud et *au Sud-Est*, par deux lignes droites partant : la première du point B et aboutissant à la septième borne hectométrique C, située sur la route de Metz à Strasbourg, entre les 59e et 60e bornes kilométriques; la deuxième dudit point C et aboutissant à la jonction D du ruisseau dit du pré Mougin avec le canal de flottage AFD;

Au Sud-Est et *au Nord*, par une ligne droite partant dudit point D et aboutissant sur le bord oriental du vieux chemin des Saléaux à Juvélise en un point E, distant de 242 mètres du puits d'eau salée X, ouvert dans l'intérieur de l'un des bâtiments constituant l'usine des Saléaux; de ce point, par le bord oriental dudit chemin des Saléaux à Juvélise, jusqu'au pont qui est sur le canal de flottage, point F du plan; de ce point par la rive méridionale dudit canal, d'abord jusqu'au point G, borne tribanale des communes de Ley, Juvélise et Lezey, et ensuite jusqu'au point A, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre-vingt-dix-huit hectares, soixante-quatre ares, et étant communes à la concession de Moyenvic, depuis le point G jusqu'au point B.

Ordonnance du 19 *avril* 1844, *qui autorise les héritiers* Harlé, *à maintenir en activité*: 1° *un four à pudler, double ;* 2° *deux chaufferies d'affinerie à la houille;* 3° *un feu de martinet à la houille;* 4° *un patouillet à deux huches ; ces divers ateliers faisant partie de l'usine qu'ils possèdent sur la* Marne, *commune de* Riaucourt (Haute-Marne).

Usine à fer, à Riaucourt.

Arrêté du ministre des travaux publics, du 22 *avril* 1844, *relatif à l'exploitation des minières de fer du* département du Cher.

Minières de fer du département du Cher.

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Vu le projet présenté par les ingénieurs des mines et le préfet du département du Cher pour régulariser l'exploitation des minières de fer de ce département;

Vu les articles 57 et 58 de la loi du 21 avril 1810, ainsi conçus :

Art. 57. « L'exploitation des minières est assujettie à des règles spéciales.

» Elle ne peut avoir lieu sans permission. »

Art. 58. « La permission détermine les limites de l'exploitation et les règles sous les rapports de sûreté et de salubrité publiques. »

Vu la section II du titre VII de la même loi, relative à la propriété et à l'exploitation des minerais de fer d'alluvion;

Les dispositions du titre X de ladite loi;

Les décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813;

La loi du 14 décembre 1789;

Celles des 16-24 août 1790 ;

La loi du 29 floréal an X et les décrets des 18 août 1810 et 16 décembre 1811 ;

La loi du 12 juillet 1837 ;

Vu l'avis du conseil général des mines, du 23 février 1844 ;

Considérant qu'il importe de faire cesser les abus auxquels a donné lieu l'exploitation desdites minières, et de prescrire les mesures qu'exigent la sûreté et la salubrité publiques ;

Arrête ce qui suit :

Art. 1er. Dans toute l'étendue du département du Cher, l'exploitation des minières de fer, opérée soit à ciel ouvert, soit par puits, soit par cavage à bouche, est soumise aux mesures de sûreté et de salubrité qui sont prescrites ci-après :

TITRE PREMIER.

DES DÉCLARATIONS, DES DEMANDES EN PERMISSION ET DES ACTES PORTANT PERMISSION D'EXPLOITER.

Art. 2. Toute personne ayant droit ou qualité, qui voudra commencer ou continuer l'exploitation d'une minière, sera tenue d'en faire la déclaration ou d'en demander la permission au préfet.

Art. 3. La déclaration ou demande en permission énoncera d'une manière précise :

Les nom, prénoms et demeure du déclarant ;

La situation et les limites du terrain contenant la minière qu'il veut exploiter ;

Le mode d'exploitation qu'il se propose de suivre ;

Enfin la nature des droits, soit de propriété, soit de jouissance qu'il peut avoir sur ladite minière, ou les motifs qui peuvent lui faire accorder par l'administration la permission d'exploiter au lieu et place du propriétaire.

Art. 4. Si le déclarant est propriétaire de la minière, ou s'il est au droit de ce propriétaire, acte de sa déclara-

tion lui sera donné par le préfet, conformément à l'article 59 de la loi du 21 avril 1810, et cet acte vaudra pour lui permission.

Art. 5. Si le déclarant est maître de forges et demande à exploiter des minerais au lieu et place du propriétaire qui refuserait de les exploiter lui-même, ou qui n'en exploiterait pas en quantité suffisante, il devra justifier qu'il a notifié sa demande au propriétaire par acte extrajudiciaire, et qu'il s'est écoulé un délai d'un mois depuis cette notification, sans que celui-ci ait déclaré qu'il entendait exploiter lui-même.

Le préfet, après avoir entendu le propriétaire, ou après l'avoir mis en demeure de se faire entendre, statuera sur la demande ainsi qu'il appartiendra.

Art. 6. Les actes portant permission ne seront délivrés par le préfet, en conformité des art. 4 et 5 ci-dessus, qu'après que l'ingénieur des mines du département aura été entendu.

Ces actes détermineront les limites de l'exploitation, les conditions principales du mode à suivre pour cette exploitation, d'après les règles générales qui seront établies au titre II, et les obligations spéciales qu'il pourrait y avoir lieu d'imposer à l'exploitant, en exécution de l'article 67 de la loi du 21 avril 1810.

Art. 7. Les dispositions prescrites par les art. 2, 3, 5 et 6 du présent règlement sont applicables aux permissions qu'il pourrait y avoir lieu de délivrer à plusieurs maîtres de forges, en exécution de l'article 64 de ladite loi, pour exploiter concurremment dans un même fonds.

TITRE II.

RÈGLES GÉNÉRALES DE L'EXPLOITATION.

SECTION I. — *De l'exploitation à ciel ouvert.*

Art. 8. L'exploitation à ciel ouvert sera commencée, autant que faire se pourra, par la partie la plus basse du gîte, et continuée de proche en proche jusqu'aux limites de la minière.

Art. 9. Le gîte de minerai et les terres ou autres matières qui le recouvrent, seront coupés en retraite par ban-

quettes successives dont la largeur sera de 2 mètres au moins, et la hauteur de 2 mètres au plus. Les parois de ces banquettes ne devront jamais présenter de surplomb.

Art. 10. Les vides résultant de l'exploitation seront remblayés au fur et à mesure de son avancement, avec les débiais qu'elle fournira, et le remblai sera régalé autant que possible.

Art. 11. Un fossé de 50 centimètres de profondeur et de 50 centimètres de largeur à la partie inférieure sera ouvert, s'il y a lieu, au pourtour de l'exploitation, et devra l'enceindre sans autres lacunes que celles qui seront déterminées par les chemins de service.

Le déblai provenant de ce fossé sera disposé en forme de berge sur celui de ses bords qui se trouvera du côté des travaux.

Le fossé pourra être remplacé par une haie ou par une barrière solidement établie.

Section II. — *De l'exploitation par puits et galeries.*

Art. 12. L'exploitation par puits et galeries sera toujours faite à l'aide de deux puits au moins communiquant entre eux par des galeries pratiquées dans le gîte.

Ces puits seront solidement boisés ou muraillés partout où cela sera reconnu nécessaire.

Les massifs sur lesquels ils s'appuieront auront au moins 4 mètres de côté et ne pourront être attaqués qu'à la fin de l'exploitation.

Art. 13. Autant que les circonstances locales le permettront, deux systemes de galeries, les unes parallèles aux galeries de jonction des puits, les autres perpendiculaires à ces galeries, seront ouvertes dans le gîte et poussées jusqu'aux limites du champ d'exploitation.

Lesdites galeries dont la largeur n'excédera jamais un mètre, seront disposées de manière à ce qu'il reste entre elles des piliers carrés de 2 mètres de côté au moins. Elles devront d'ailleurs être boisées, lorsque le gîte et la roche qui lui sert de toit ne présenteront point assez de solidite pour se soutenir par eux-mêmes.

Art. 14. Les piliers réservés dans le gîte seront ensuite exploités, en commençant par les piliers éloignés et en revenant successivement vers le puits.

Art. 15. Les treuils servant à l'extraction des matières

et à la circulation des ouvriers, seront soutenus par des montants solidement fixés sur de larges semelles en bois.

Art. 16. Les puits seront environnés de barrières solidement établies. Ils seront comblés dès qu'ils seront devenus inutiles.

SECTION III. — *De l'exploitation par cavage à bouche.*

Art. 17. L'entrée de chaque exploitation par cavage à bouche sera protégée contre les éboulements du terrain supérieur, soit au moyen de banquettes établies en retraite, ainsi que cela est prescrit par l'art. 9 pour les exploitations à ciel ouvert, soit par toute autre disposition reconnue convenable.

Art. 18. Un fossé disposé selon ce qui est prescrit par l'art. 11, sera creusé, s'il y a lieu, à 3 mètres au delà de l'excavation ou de la dépression où se trouvera l'entrée de l'exploitation.

Ce fossé pourra être remplacé par une haie ou par une barrière solidement établie.

Art. 19. On pénétrera dans le gîte au moyen d'une galerie d'un mètre de largeur au plus, laquelle sera perpendiculaire près de son orifice au plan de la bouche de cavage et sera poussée jusqu'à la limite opposée du champ des travaux. Ensuite l'exploitation sera préparée et conduite selon les règles prescrites par les art. 13 et 14.

Lorsque la nécessité en sera reconnue, la galerie principale sera mise en communication, soit avec un puits, soit avec une autre galerie débouchant au jour.

SECTION IV. — *Dispositions communes à toutes les exploitations.*

Art. 20. L'exploitation, de quelque manière qu'elle soit opérée, ne pourra, sans une autorisation spéciale du préfet, être poussée dans le voisinage des chemins publics et des habitations à une distance moindre de 10 mètres de ces chemins et de ces habitations

Art. 21. Quand il s'agira d'une exploitation à ciel ouvert, cette distance fixe de 10 mètres sera augmentée d'une distance égale à la profondeur de la tranchée.

Art. 22. L'autorisation d'exploiter dans la zone à réser-

ver, en vertu des deux articles précédents, ne sera donnée, s'il y a lieu, par le préfet, qu'après avoir entendu l'ingénieur des mines du département.

Quand l'exploitation devra s'approcher d'une route royale ou d'une route départementale, les ingénieurs des ponts-et-chaussées seront entendus.

Art. 23. Dans le cas où les eaux pluviales qui se réunissent dans les excavations abandonnées ne s'infiltreraient pas dans le sol, et où il serait reconnu que cet état de choses est contraire à la salubrité publique, les propriétaires des minières ou les permissionnaires pourront être tenus soit de remblayer ces excavations, en tout ou en partie, soit de faire des rigoles pour l'écoulement des eaux, soit de percer des trous de sonde ou des puisards jusqu'au calcaire perméable, de manière à les absorber.

TITRE III.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR L'EXPLOITATION DES MINIÈRES.

Art. 24. La surveillance sur l'exploitation des minières est exercée sous l'autorité du préfet, par les ingénieurs des mines, ou en l'absence de ces ingénieurs, par le garde-mines placé sous leurs ordres, et concurremment par les maires et autres officiers municipaux, chacun dans l'ordre de ses attributions et conformément à ce qui est prescrit par le décret organique du 18 novembre 1810 (art. 15, 18, 29 et 30), par le décret sur la police souterraine du 3 janvier 1813 (art. 13, 14, 18, 19, 21 et 23), par la loi du 14 décembre 1789 (art. 50), par celle des 16-24 août 1790 (titre XI, art. 1 et 3), et par celle du 12 juillet 1837 (art. 9 et 10, paragraphes 1°, 11°, 14° et 15°).

Art. 25. Conformément aux art. 12 et 13 du décret précité du 3 janvier 1813, les propriétaires ou exploitants des minières seront tenus de donner immédiatement connaissance au maire de la commune et à l'ingénieur des mines du département, ou en cas d'absence de cet ingénieur, au garde-mines, de tous accidents qui auraient occasionné la mort ou des blessures graves à un ou plusieurs ouvriers, ou qui compromettraient la sûreté de leurs travaux ou des propriétés de la surface.

Art. 26. Les ingénieurs des mines et le garde-mines

veilleront à ce que toutes les mesures prescrites dans l'intérêt de la sûreté et de la salubrité publiques soient rigoureusement exécutées. Au besoin, ils laisseront aux exploitants des minières des instructions écrites, lesquelles, en cas d'accidents, seront rappelées dans leurs procès-verbaux pour valoir ce que de droit.

Art. 27. Lorsqu'une exploitation présentera une cause imminente de danger, elle pourra être interdite administrativement, conformément aux articles 3, 4 et 5 du décret du 3 janvier 1813.

Le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, prescrira les mesures qui devront être observées lors de la reprise des travaux.

TITRE IV.

RÉPRESSION ET POURSUITE DES CONTRAVENTIONS.

Art. 28. Les contraventions aux dispositions du présent règlement qui auraient ou pourraient avoir pour effet de porter atteinte à la solidité des routes royales ou départementales, seront constatées, réprimées et poursuivies par voie administrative, conformément à la loi du 29 floréal an X, et aux décrets des 18 août 1810 et 16 décembre 1811 sur la grande voirie.

Art. 29. Les procès-verbaux constatant ces contraventions seront rédigés par les ingénieurs des mines, ou, à leur défaut, par le garde-mines et concurremment par les maires et autres fonctionnaires publics désignés en l'art. 2 de la loi précitée du 29 floréal an X.

Art. 30. Ces procès-verbaux dûment affirmés dans le délai de vingt-quatre heures devant les maires ou adjoints des communes dans lesquelles les contraventions auront été commises, visés pour timbre et enregistrés en débet, seront transmis immédiatement au sous-préfet, lequel ordonnera par provision et sauf recours au préfet ce que de droit.

Il sera statué définitivement par le conseil de préfecture.

Art. 31. Toutes les autres contraventions aux dispositions du présent règlement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police.

Les procès-verbaux seront dressés par les ingénieurs

des mines, ou à leur défaut par le garde-mines et concurremment par les maires ou par tous autres officiers de police judiciaire, selon ce qui est prescrit par l'art. 93 de la loi du 21 avril 1810, par les art. 10 et 31 du décret du 3 janvier 1813, et par les art. 11 à 21 du Code d'instruction criminelle.

Ces procès-verbaux seront affirmés dans le delai spécifié de l'art. 29, visés pour timbre et enregistrés en débet.

L'affirmation sera reçue soit par le juge de paix du canton, soit par un de ses suppléants, soit par le maire ou par l'adjoint de la commune où la contravention aura été commise, le tout conformément aux règles établies par l'art. 11 de la loi du 28 floréal an X sur les justices de paix.

Art. 32. Il sera adressé au préfet des copies desdits procès-verbaux. Les originaux seront transmis au procureur du roi, chargé par l'art. 95 de la loi du 21 avril 1810, de poursuivre les contrevenants devant le tribunal de police correctionnelle pour l'application des amendes et autres peines encourues, sans préjudice des dommages-intérêts des parties.

Paris, le 22 avril 1844.

Signé S. DUMON.

Saline de Saléaux.

Ordonnance du 6 *mai* 1844, *qui autorise les sieurs* Charles-Alexis Boppe, Claude-Joseph Cabocel, François-Joseph-Henri Pierron, Étienne-Auguste Ancelon, *et* François Petitbon, *acquéreurs de la saline de* Saléaux, *à mettre en activité, pour la fabrication du sel, ladite saline située dans la commune de* Ley (Meurthe).

(Extrait.)

Art. 2. Conformément au plan ci-dessus mentionné, les ateliers seront au nombre de deux, renfermant six poêles, offrant ensemble une surface de 185 mètres carrés, savoir :

1° Un atelier, indiqué sur le plan par le n° 5, renfer-

mant quatre poêles, offrant ensemble une surface de 81 mètres carrés.

2° Un atelier indiqué sur le plan par le n° 13, renfermant deux poêles, offrant ensemble une surface de 104 mètres carrés.

Art. 5. (*Comme l'article correspondant de l'ordonnance ci-dessus, relative à la saline de Saltzbronn.*)

Mines de fer de Saint-Pons.

Ordonnance du 18 *mai* 1844, *qui accorde au sieur* Jean-Pierre Armingaud *la concession de mines de fer situées dans la commune de* Saint-Pons, *arrondissement de ce nom* (Hérault).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Saint-Pons*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'Ouest, à partir du point de rencontre du chemin de Saint-Pons à la Fourberie, avec le ruisseau de la Saurine, point A du plan, par une ligne droite tirée à l'angle Ouest de la bergerie de M. de Saint-Martin, point B du plan, et de là par une seconde ligne droite, menée de la bergerie de Saint-Martin au clocher de Saint-Pons, et prolongée jusqu'à son intersection avec la route de Toulouse à Agde, point C du plan ;

Au Sud, à partir du point C par la route de Toulouse à Agde, jusqu'à la rencontre de la route de Saint-Pons à Bédarieux, point D du plan ;

A l'Est, à partir du point D par la route départementale de Saint-Pons à Bédarieux, jusqu'au pont de Fonclare, point E du plan ;

Au Nord, à partir du pont de Fonclare par le ruisseau de la Saurine, jusqu'au point de rencontre du chemin de Saint-Pons à la Fourberie, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 2 kilomètres carrés 52 hectares.

Cahier des charges relatif à la concession des mines de fer de Saint-Pons.

(Extrait.)

Art. 9. Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'approcher de la ville de Saint-Pons, à une distance moindre de cent mètres, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le conseil municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus, et après que le concessionnaire aura donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Art. 17. Le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera alors fixé de gré à gré, ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'article 65 de la loi du 21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

Art. 18. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi.

Art. 30. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de ses mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Ordonnance du 22 *mai* 1844, *qui accorde au sieur* Narcisse [illegible], *la concession de mines de houille situées dans les communes de* Ronchamp, Malbouhans *et* St-Barthélémy, *arrondissement de* Lure (Haute-Saône).

Mines de houille de Mourière.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Mourière*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'Est, par une ligne droite partant du pignon Sud de la maison du sieur Piguet, marquée *a*, traversant le hameau de Mourière et aboutissant au point D, où le ruisseau le Régnier reçoit le ruisseau des Goutles;

Au Sud, par une ligne sinueuse partant du point D, suivant le cours du ruisseau le Régnier en descendant jusqu'au point H où ce ruisseau se jette dans la rivière du Rahin; à partir de ce dernier point, suivant le cours de la rivière du Rahin jusqu'au point K, où cette rivière pénètre sur le territoire de la commune de la Côte; à partir de ce dernier point, suivant la limite de ce territoire et de celui de Ronchamp jusqu'au point E, jonction des territoires des trois communes de Ronchamp, la Côte et Malbouhans;

A l'Ouest, par deux lignes droites, la première partant du point E et aboutissant au point A, angle Nord-Est de la verrerie de Malbouhans, la deuxième partant du point A et aboutissant au point F, angle Sud-Ouest du bâtiment appartenant à la commune de Saint-Barthélemy et occupé par l'instituteur de la section des Granges-Guerrin;

Au Nord, par deux lignes droites, la première partant du point F et aboutissant au point G, où se trouve une borne placée sur la limite des territoires des communes de Saint-Barthélemy et Ronchamp et à la séparation des forêts appartenant à M. de Pourtalès et à la commune de Melisey; la deuxième ligne droite partant de la borne G et aboutissant au point de départ *a*;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 6 kilomètres carrés 25 hectares, et leur partie *a*, D, H, K, composée d'une ligne droite et d'une ligne sinueuse étant commune avec la concession de Ronchamp et Champagney.

Cahier des charges de la concession des mines de houille de Mouriès.

(Extrait.)

Art. 7. Le concessionnaire ne pourra pratiquer aucune ouverture de travaux dans les bois communaux compris dans la concession, avant qu'il ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration des forêts, afin que l'on puisse constater au bout d'un an et successivement chaque année les indemnités qui seront dues.

Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près qu'il sera possible de l'entrée des mines, dans les endroits les moins dommageables, lesquels seront désignés par le préfet, sur la proposition des agents forestiers locaux, le concessionnaire et l'ingénieur des mines ayant été entendus.

Art. 8. Le concessionnaire sera civilement responsable des dégâts commis dans la forêt par ses ouvriers ou par ses bestiaux, dans la distance fixée par l'art. 31 du Code forestier.

Art. 9. Lorsque le concessionnaire abandonnera une ouverture de mine, il pourra être tenu de la faire combler en nivelant le terrain, et de faire repeupler ce terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, sur le rapport des agents de l'administration forestière et de l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu et sauf recours devant le ministre des travaux publics.

Art. 19. Il (*le concessionnaire*) sera tenu également de se conformer aux mesures qui seront prescrites pour préserver les habitants et les propriétés du voisinage des inconvénients ou préjudices que pourraient leur causer les eaux sortant des mines.

Ordonnance du 15 *juin* 1844, *portant rectification de celles des* 22 *et* 23 *mai* 1843, *relatives aux machines et chaudières à vapeur et aux bateaux à vapeur.*

Appareils à vapeur.

Louis-Philippe, roi des Français,

A tous présents et à venir, salut.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État des travaux publics;

Vu nos ordonnances, en date des 22 et 23 mai 1843, relatives aux machines et chaudières à vapeur et aux bateaux à vapeur;

Considérant qu'il a été fait une omission au paragraphe 2 de l'article 24 de la première de ces ordonnances, et de l'article 31 de la seconde, lesquels concernent les soupapes de sûreté;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. L'article 24 de l'ordonnance du 22 mai 1843, relative aux machines et chaudières à vapeur, et l'article 31 de l'ordonnance du 23 mai concernant les bateaux à vapeur, sont rectifiés ainsi qu'il suit :

La charge maximum de chaque soupape de sûreté sera déterminée en multipliant 1^{k},033 par le nombre d'atmosphères mesurant la pression effective et par le nombre de centimètres carrés mesurant l'orifice de la soupape.

La largeur de la surface annulaire de recouvrement ne devra pas dépasser la trentième partie du diamètre de la surface circulaire exposée directement à la pression de la vapeur, et cette largeur, dans aucun cas, ne devra excéder deux millimètres.

Art. 2. Notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Ordonnance du 19 *juin* 1844, *qui autorise le sieur* Seillière *à maintenir en activité l'usine à fer de*

Usine à fer de Chauvency-Saint-Hubert.

CHAUVENCY-ST-HUBERT, *qu'il possède dans la commune de ce nom* (Meuse).

Cette usine est et demeure composée d'un haut-fourneau, de deux feux d'affinerie, des machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du fer.

Deux étangs, l'un supérieur, l'autre inférieur, alimentés par les eaux du ruisseau de Verrus et des sources environnantes, fourniront la force motrice nécessaire à la marche de l'usine.

Usine à fer de Verrières.

Ordonnance du 19 *juin* 1844, *qui autorise le sieur* Robert BEAUCHAMP *à maintenir en activité l'usine à fer de* VERRIÈRES, *située sur la* DIVE, *dans la commune de* LHOMMAIZÉ (Vienne).

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit, savoir :

Un haut-fourneau;

Deux feux d'affinerie;

Un lavoir à mines;

Et les machines soufflantes et de compression nécessaires pour fournir l'air aux fourneaux, et pour opérer l'étirage du fer.

Lavoirs à bras, à Rachecourt-sur-Marne.

Ordonnance du 21 *juin* 1844, *qui autorise le sieur* JOLY (Jean-Baptiste) *à établir quatre lavoirs à bras, pour la préparation du minerai de fer, dans la propriété qui lui appartient, au lieu dit* DES GLAYÈS, *commune de* RACHECOURT-SUR-MARNE (Haute-Marne).

(Extrait.)

Art. 2. Le lavage s'effectuera avec les eaux de la source des Glayès, située dans la propriété du permissionnaire.

Art. 14. Le lavage devra être interrompu, chaque année, depuis le 1er mai jusqu'au 1er octobre.

Ordonnance du 26 juin 1844, qui accorde aux sieurs Rolland *et* Soulié, *la concession de mines de plombagine situées dans les communes de* Trémouilles *et d'*Arvieu, *arrondissement de* Rodez (Aveyron).

Mines de plombagine de Trémouilles.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Trémouilles*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'Est, par deux lignes droites joignant successivement la croix de la fontaine de Paulhe à l'angle Est du pré du sieur Gaffard, point A du plan (parcelle n° 875 de la matrice cadastrale), et l'intersection du ravin de Sarlit avec le chemin de Trémouilles au Viaulot, point B du plan;

Au Nord, par une ligne droite joignant le point B ci-dessus à l'angle Nord Ouest de la terre de la Longuette (n° 380 du plan cadastral), point M du plan;

A l'Ouest, par une ligne droite menée de ce dernier point à l'angle Ouest de la maison principale de Dours;

Au Sud, par deux lignes droites joignant successivement l'angle Ouest de la maison principale du village de Dours, à l'angle Nord du pré dit *Le Claux* (n° 197 du plan cadastral), point N du plan, et le point N avec la croix de la fontaine de Paulhe, point de départ;

Lesdites limites renferment une étendue superficielle de 2 kilomètres carrés 96 hectares.

Ordonnance du 29 juin 1844, portant rejet du pourvoi des sieurs Rozet *et de* Mésmons, *propriétaires de l'usine de* Clos-Mortier, *contre une décision du ministre des travaux publics, qui les oblige à demander une permission pour un bocard et un patouillet dépendants de ladite usine, et*

Usine de Clos-Mortier.

pour lesquels il n'est pas justifié d'une autorisation obtenue avant la loi du 21 avril 1810.

Louis-Philippe, roi des Français,

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu les requêtes sommaire et ampliative à nous présentées par les sieurs Rozet et de Ménisson, propriétaires de l'usine du Clos-Mortier, lesdites requêtes enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'État, les 3 décembre 1842 et 28 janvier 1843, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler une décision de notre ministre des travaux publics, en date du 12 août 1842, laquelle a enjoint aux requérants de se pourvoir d'une permission pour les patouillet et bocard qu'ils possèdent à l'usine du Clos-Mortier; ce faisant, déclare que l'usine du Clos-Mortier conservera ses patouillet et bocard, sans qu'il soit nécessaire pour les requérants de se pourvoir d'une permission;

Vu la décision attaquée;

Vu la lettre en date du 21 avril 1843, par laquelle notre ministre des travaux publics répond à la communication qui lui a été donnée du pourvoi, ladite lettre enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'État, le 27 avril 1843, et tendant au rejet de la requête;

Vu les avis du conseil général des mines, en date du 30 janvier 1839 et du 1er juillet 1842;

Vu les lettres patentes du roi Henri IV, en date du 14 janvier 1605, le procès-verbal d'expertise de l'usine de Clos-Mortier, en date du 3 mars 1726, le règlement des forges et fourneaux entre Saint-Dizier et Joinville par le grand maître enquêteur et général réformateur des eaux et forêts de France au département de Champagne, le dit règlement en date du 18 août 1731, le procès-verbal d'expertise de ladite usine, en date du 6 septembre 1737;

Vu toutes les pièces produites et jointes au dossier;

Vu la loi du 21 avril 1810, art. 78;

Ouï Me Rigaud, avocat des requérants;

Ouï M. Paravey, maître des requêtes remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant que les sieurs Rozet et de Ménisson ne justifient pas que les bocard et patouillet dépendant de l'usine de Clos-Mortier aient existé en vertu d'une per-

mission obtenue antérieurement à la loi du 21 avril 1810, que dès lors c'est avec raison que notre ministre des travaux publics, par sa décision en date du 12 août 1842, a astreint les requérants à se pourvoir d'une permission pour lesdits bocard et patouillet;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. La requête des sieurs Rozet et de Ménisson est rejetée.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'État au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'État au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

Adressées aux Préfets et aux Ingénieurs des mines.

Paris, le 15 décembre 1843 (1).

Compte rendu de 1843.

Monsieur, le moment approche où vous devez m'adresser le compte-rendu de vos travaux pour l'année 1843.

J'ai remarqué que dans les comptes relatifs à l'année 1842, on avait généralement omis de signaler les travaux de recherches exécutés, ainsi que les améliorations qui ont pu être introduites soit dans l'exploitation des mines, minières, tourbières et carrières, soit dans les procédés de fabrication.

Il est essentiel que le compte général puisse présenter avec les travaux dus personnellement aux ingénieurs et ceux auxquels ils ont pris part, un exposé des principaux résultats de toutes les explorations et des faits nouveaux recueillis relativement à l'exploitation et au traitement des substances minérales.

Une partie des renseignements de cette nature se trouve, il est vrai, tant sur les états statistiques que sur les états d'exploitation ou dans les procès-verbaux de visites, mais ils ne peuvent pas toujours être consultés pour la rédaction du compte-rendu général, attendu qu'ils se rapportent, pour la plupart, à l'année antérieure, qu'ils ne sont pas produits en vue de ce compte, et que, d'ailleurs, ils ne sont fournis que de loin en loin en ce qui concerne les carrières.

Il sera, en conséquence, nécessaire de présenter dorénavant dans votre compte annuel, pour chaque département, et en suivant l'ordre des chapitres du compte général, une analyse succincte des améliorations apportées

---

(1) Cette circulaire, adressée aux ingénieurs, a été omise dans la 6[e] livraison de 1843.

dans l'exploitation des mines, des minières, tourbières et carrières, et dans le travail des usines, de manière à offrir le sommaire de toutes les circonstances nouvelles qui pourront se rattacher au développement et aux progrès de l'industrie minérale.

Il conviendra aussi, là où des travaux de sondage, des études de terrains, des topographies souterraines auront été entrepris, d'en indiquer la nature et les résultats avec quelque développement.

Il faudra toujours avoir soin d'indiquer avec précision les localités où des travaux de recherches auront été exécutés, et de désigner le canton et l'arrondissement auxquels ces localités appartiennent.

Je vous invite, monsieur, à préparer sans retard les éléments du compte que vous avez à produire pour la présente année, et qui devra me parvenir exactement au premier janvier prochain.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 15 janvier 1844.

Chaudières à vapeur. — Accidents.

Monsieur le préfet, je vous ai transmis dans le temps une notice extraite des Annales des mines, et dans laquelle il était rendu compte de diverses explosions de chaudières à vapeur.

La publication des documents de cette nature ne peut qu'être fort utile, en indiquant les causes qui ont déterminé les accidents et en montrant, par cela même, quelles sont les précautions à prendre pour les prévenir. Ils font voir combien il est nécessaire de ne négliger aucune des mesures de sûreté prescrites par les règlements.

J'ai l'honneur de vous adresser des exemplaires d'un rapport de la Commission centrale des machines à vapeur sur une explosion qui a eu lieu dans un établissement du département de la Loire. Je vous prie de les faire distri-

buer aux principaux propriétaires d'appareils à vapeur dans votre département.

L'accident dont il s'agit paraît avoir été principalement occasionné par un vice de la chaudière, à laquelle on avait adapté récemment une feuille de tôle de mauvaise qualité, et qui était mal attachée. On n'avait point eu le soin de faire renouveler l'épreuve après cette réparation. Il a été remarqué, en outre, que les soupapes étaient surchargées et que l'appareil ne se trouvait pas muni d'un manomètre qui aurait averti le chauffeur du danger auquel il s'exposait.

Je rappellerai que l'ordonnance du 22 mai dernier exige expressément que toute chaudière à vapeur soit éprouvée de nouveau, lorsqu'il y a été fait des modifications ou réparations quelconques.

Il est également prescrit maintenant que chaque chaudière ait un manomètre, et, aux termes de l'article 26, on doit se servir du manomètre à air libre quand la pression de la vapeur ne dépasse pas quatre atmosphères.

Il importe de toujours énoncer dans les arrêtés d'autorisation les diverses conditions auxquelles le propriétaire doit satisfaire, tant en ce qui concerne les moyens de sûreté de l'appareil que relativement aux dispositions du local.

Il est bien essentiel aussi de tenir la main à ce que l'instruction pratique du 22 juillet soit constamment affichée dans l'enceinte des ateliers. Cette instruction indique, pour l'emploi de la vapeur, des précautions de tous les instants, dont on ne saurait trop recommander la stricte observation aux ouvriers qui dirigent ces machines et aux chefs d'établissements.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 20 mars 1844.

Documents statistiques à réunir pour l'année 1843.

Monsieur, j'ai l'honneur de vous adresser les tableaux statistiques destinés à recevoir les renseignements relatifs aux mines et aux usines minéralogiques pour l'année 1843.

Les états nos 5 et 6 sont entièrement conformes à ceux de l'année précédente.

Il a paru nécessaire de mentionner désormais sur l'état n° 1 les noms des couches de combustible comprises dans chaque concession, l'épaisseur moyenne et la nature du combustible que fournit chacune d'elles.

Jusqu'à ce jour, les renseignements consignés sur l'état n° 2, relativement au nombre et à la production des minières, n'ont guère été comparables pour les divers départements, parce que MM. les ingénieurs n'ont pas tous suivi les mêmes règles pour définir l'unité à laquelle il convient d'appliquer le nom de *minière*. Dorénavant on considérera comme une minière unique toute surface de terrain comprenant un dépôt ferrifère continu ou du moins comme une suite de dépôts très-rapprochés, sur laquelle le droit de fouille est exercé par le même exploitant, quels que soient d'ailleurs la nature et le nombre des excavations pratiquées sur cette surface.

Quelques rectifications dans la nomenclature des feux, ateliers et appareils qu'il convient de distinguer dans l'état n° 3, ont été faites conformément aux modifications introduites sur l'état n° 4, dans la nomenclature des subdivisions du travail du fer. Ces modifications sont mentionnées dans la 1re colonne du premier recto dudit état n° 4. Elles ont pour objet de mentionner, à l'avenir, la nature et le nombre des machines soufflantes employées par chaque atelier, dans les colonnes 3 et 4 des tableaux occupant le premier verso et le deuxième recto de l'état;

De consigner, dans les colonnes 7, 8 et 9 du même tableau, les renseignements relatifs aux quatre catégories d'ouvriers qui seront dorénavant distinguées dans la colonne 6;

De distinguer, dans les colonnes 16 à 23, le combustible consommé dans le foyer métallurgique principal de chaque opération, du combustible consommé dans les

foyers accessoires, tels que ceux qui sont employés pour le chauffage de l'air, des chaudières à vapeur, etc.

Les états rédigés jusqu'à présent ont présenté quelques incertitudes en ce qui concerne la fabrication de divers produits qui, dans beaucoup d'usines, n'ont pas de valeur marchande : tels sont certaines fontes d'affinage, les fontes mazées, les massiaux bruts de fer forgé, les fers en barres qui sont élaborés en totalité sur le lieu de production, etc. Les prix fictifs attribués à ces produits ne sont pas toujours proportionnés aux frais de fabrication; ainsi, il arrive parfois qu'en calculant tous les frais d'après les éléments disséminés dans les diverses parties de l'état, on trouve une valeur égale ou supérieure aux prix attribués au produit. Il arrive quelquefois aussi que, par suite d'erreurs dans la transcription des chiffres, ou même dans l'évaluation de la quantité ou de la valeur des matières consommées, ces mêmes inexactitudes se font remarquer dans les résultats relatifs à la fabrication des produits marchands.

Ces erreurs auraient été aisément reconnues, et par conséquent évitées, si les éléments de dépenses qui concourent à former le prix de vente, au lieu d'être disséminés dans les diverses parties de l'état, avaient été groupés ensemble et rapprochés de l'énonciation du prix de vente. C'est dans ce but qu'ont été disposées les colonnes 29 à 39. Je recommande particulièrement à MM. les ingénieurs de faire pour chaque usine et pour chaque produit les vérifications qu'indique le rapprochement des éléments du prix de vente.

Je leur recommande aussi de suivre, pour l'énumération des usines, sur l'état n° 3, l'ordre indiqué par leur situation hydrographique. Il importe, pour établir entre tous les départements une uniformité qui n'a point existé jusqu'à ce jour, que MM. les ingénieurs donnent une attention particulière aux observations détaillées placées en tête de cet état.

Je compte sur leurs soins accoutumés pour le travail qui fait l'objet de la présente; je les invite très-expressément à me le faire parvenir pour le 15 octobre au plus tard. Cela doit leur être d'autant plus facile qu'ils reçoivent cette année trois mois plus tôt qu'à l'ordinaire les tableaux statistiques et qu'ils peuvent ainsi, avant même

de commencer leurs tournées, combiner le plan des recherches auxquelles ils auront à se livrer.

D'après les règles établies, MM. les ingénieurs ordinaires me transmettront leurs états par l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef, qui y joindront leurs observations.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 22 mars 1844.

Usines minéralurgiques et exploitations. — Indications à porter sur les cartes départementales.

Monsieur, MM. les ingénieurs des mines ont été chargés, il y a plusieurs années, d'indiquer, sur les cartes de Chanlaire, les gîtes et exploitations de toutes sortes, ainsi que les usines minéralurgiques. Ces détails ont servi de base aux indications que contient la carte géologique de la France.

Depuis l'époque, éloignée déjà, à laquelle ils remontent, de nouvelles concessions ont été accordées, de nouveaux gîtes ont été reconnus, de nouvelles usines se sont élevées. L'ancien travail est donc devenu aujourd'hui incomplet, et il est indispensable d'en produire un nouveau qui soit en rapport avec l'état actuel des choses.

Les nouvelles indications qu'il convient de réunir seront portées sur deux exemplaires distincts de la même carte : l'un sera consacré aux usines minéralurgiques, l'autre aux exploitations.

Les cartes de l'atlas de Dufour ont paru préférables pour cet objet à celles de Chanlaire. Je vous envoie, monsieur, celles des départements d
dont le service vous est confié. J'y joins une instruction détaillée sur le mode d'exécution du travail.

La carte des usines devra me parvenir pour le 15 juin, au plus tard, et celle des exploitations pour le 15 octobre, en même temps que les états statistiques relatifs à l'année 1843. Le travail de MM. les ingénieurs ordinaires me sera transmis, conformément aux règles établies, par

l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef. Tous, je n'en doute pas, mettront leurs soins à remplir l'objet de la présente.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Instruction pour l'exécution de la circulaire du 22 mars 1844, relative à l'indication, sur les deux cartes y jointes, des usines minéralurgiques, des mines, des minières, des tourbières et des principales carrières de chaque département.

Le premier exemplaire recevra les indications relatives aux usines minéralurgiques, le second, celles relatives aux mines, aux minières, aux tourbières et aux principales carrières.

I. Carte des usines.

On y établira deux subdivisions principales, comprenant, la première, les usines à fer; la seconde, tous les autres ateliers minéralurgiques.

Les usines à fer mentionnées sur la carte comprendront tous les établissements ayant pour objet la fabrication de la fonte, du fer et de l'acier, et les principales élaborations de ces mêmes métaux, c'est-à-dire tous les établissements désignés dans la nomenclature de l'état statistique n° 4 pour l'année 1843.

La position de chaque usine sera signalée, dans le point de la carte qui correspond à sa situation réelle, par deux sortes de signes tracés à l'encre rouge : 1° par un trait tiré en travers du cours d'eau près duquel l'usine est bâtie, quand celle-ci emprunte à ce cours d'eau sa force motrice ; 2° par un très-petit cercle semblable à ceux qui servent à désigner la position des villages, quand l'usine n'emploie pas de moteurs hydrauliques.

Lorsque l'usine a seulement pour objet l'une des trois branches principales du travail du fer (fabrication de la

fonte, du fer et de l'acier), ou encore l'une de ces trois branches, avec une ou plusieurs élaborations de la fonte, du fer et de l'acier, on désignera l'usine par un simple trait. . . . . —

Lorsque l'usine a pour objet à la fois deux de ces branches, avec ou sans élaboration, on la désignera par un trait double. =

Lorsque, enfin, les trois branches, avec ou sans élaboration, sont réunies dans la même usine, on désignera celle-ci par un triple trait. . . . . ≡

Dans les mêmes cas, et pour des usines indépendantes de tout moteur hydraulique, on désignera la position des usines par un seul cercle ou par deux ou trois cercles concentriques.

De quelques manière que soit désignée la position de l'usine, on tirera, à partir de chaque signe, une ligne horizontale ponctuée légèrement à l'encre rouge, joignant ce signe avec le bord de la marge de droite ; et, dans le prolongement de cette ligne on écrira à l'encre noire le nom de l'usine, à la suite duquel on placera immédiatement, entre parenthèses, une ou plusieurs lettres rappelant, ainsi qu'il est indiqué ci-après, la nature des opérations pratiquées dans l'usine.

Si plusieurs lignes horizontales se trouvaient assez rapprochées pour qu'il pût en résulter de la confusion dans les écritures à tracer sur les marges, on infléchirait ces lignes, environ à un centimètre du cadre, de telle sorte que les écritures fussent convenablement espacées, et qu'on ne pût faire erreur sur la ligne horizontale à laquelle chaque nom se rapporte.

Si deux signes se trouvaient exactement sur la même horizontale, on les écarterait à distance convenable, en rattachant chacune d'elles par une petite courbe ponctuée au signe correspondant.

A côté du signe indiquant la situation de l'usine, on tracera à l'encre rouge, et en petite écriture ronde bien formée, le nom de cette usine ; si ce nom se trouve déjà gravé sur la carte, on se bornera à le souligner par un trait rouge.

Les lettres au moyen desquelles on rappellera sur la marge de droite, et à la suite du nom de chaque usine à fer, la nature des industries qu'on y exploite, seront les suivantes :

Fabrication	de la fonte.	HF.
—	du fer forgé. . . .	F.
—	de l'acier naturel. .	An.
—	de l'acier cémenté.	Ac.
Élaboration	de la fonte.	Ef.
—	du fer en barres. .	Eb.
—	de l'acier.	Ea.

Lorsque plusieurs de ces subdivisions du travail du fer seront exploitées simultanément dans la même usine, on placera à la suite du nom, dans la même parenthèse, tous les signes correspondants, en les séparant l'un de l'autre par de petits traits horizontaux.

Les usines autres que les usines à fer seront désignées d'après un système analogue : seulement, les noms et les signes seront tracés à l'encre bleue, et la position sera toujours indiquée par un seul trait ou par un seul cercle.

Des traits horizontaux ponctués, à l'encre bleue, réuniront le signe indiquant la position de l'usine avec le nom de cette usine écrit dans la marge de gauche; ce nom sera d'ailleurs suivi de lettres indiquant la nature de l'usine minéralurgique.

Les industries qui devront être mentionnées sur la carte sont les mêmes que celles qui sont désignées sur l'état statistique n° 5. Les lettres indiquant en abrégé la nature de ces industries sont indiquées dans la liste suivante :

Fabrication	du cuivre.	C.
—	du plomb.	Pl.
—	de l'argent.	Ar.
—	de l'antimoine.	An.
—	du manganèse.	Man.
—	des bitumes minéraux. . . .	B.
—	de l'alun.	Al.
—	de la couperose.	Co.
—	des magmas alumineux. . .	Mag.
—	du sel marin.	S.
—	des verres de toutes sortes. .	V.
—	des poteries fines.	Po.
Principales élaborations des métaux (cuivre, plomb, zinc, laiton, argent, or).		E. c. pl. z. l. a. o.
Affinage ou traitement de substances auro-argentifères.		A. a. o.

II. Carte des exploitations.

Cette carte présentera, comme la précédente, deux subdivisions principales : 1° les mines et les minières de fer ; 2° tous les autres gîtes minéraux.

Les gîtes qu'il convient de mentionner sur la carte et les abréviations correspondantes sont indiqués dans la liste suivante :

§ Ier. *Gîtes ferrifères.*

Gîtes de minerais de fer, dit d'*alluvions*. . .	F. 1.
— en couche.	F. 2.
— en filons ou amas.	F. 3.

§ II. *Autres gîtes minéraux.*

Gîtes de combustibles. Anthracite.	C. a.
— — Houille	C. h.
— — Lignite	C. l.
— de minerai de cuivre.	C.
— — de plomb.	Pl.
— — d'argent.	Ar.
— — d'antimoine.	An.
— — de manganèse.	Man.
— — d'or en roche ou d'alluvion.	O. r. a.
Gîtes de bitumes minéraux.	B.
— de minerai d'alun	Al.
— — de couperose.	Co.
— de sel marin.	S.
Tourbières.	T.
Carrières de pierre à polir.	P. p.
— — à tailler.	P. t.
— d'ardoises.	Ard.
— d'argile fine ou réfractaire.	Arg.
— de pierre à plâtre.	Pla.

L'indication des mines concédées ne présentera aucune difficulté : on tracera sur la carte le périmètre exact de chaque concession ; une ligne ponctuée, partant du centre de figure, et tirée horizontalement, correspondra au nom de la concession : celui-ci sera écrit sur l'une des marges, et sera suivi du signe indiquant la nature de la substance exploitée.

Pour définir les minières de fer on circonscrira par une ligne continue chaque portion de territoire où l'on peut présumer qu'il existe un dépôt ferrifère à peu près continu, ou du moins une suite de dépôts ou d'amas très-rapprochés. On étendra sur l'espace compris dans chaque périmètre la teinte indiquée ci-après, en laissant toutefois en blanc les portions de surface où l'on présume que le gîte est complétement épuisé. Enfin, on distinguera, s'il y a lieu, dans cette surface totale, les parties qui sont exploitées par des entrepreneurs différents : c'est à chacune de ces dernières subdivisions que l'on donnera le nom de *minière*.

Ainsi définie, une minière de fer comprend donc toute surface de terrain sous laquelle s'étend un gîte ferrifère continu, et où le droit de fouille est exercé par le même exploitant. L'énumération à laquelle conduira cette définition devra donc être identique avec celle qui sera présentée, pour l'année 1843, sur l'état statistique n° 2.

Toutes les tourbières, et celles des carrières du département qui sont comprises dans l'énumération précédente, seront définies et désignées d'après les mêmes règles que les minières de fer.

Les périmètres et les surfaces des diverses sortes de gîtes seront signalés par les couleurs indiquées ci-après :

Mines de fer.	Carmin.
Minières de fer.	Violet.
Les autres mines métalliques.	Bleu.
Les gîtes de combustibles minéraux. . .	Encre de Chine.
Les tourbières.	Jaune.
Les carrières.	Vert.

Le trait qui dessinera le périmètre de chaque gîte sera tracé avec une couleur foncée : on étendra au pinceau une teinte pâle sur la surface comprise dans chaque périmètre où le gîte n'est ni épuisé ni stérile.

Chaque gîte sera désigné sur l'une des deux marges de la carte, 1° par son nom; 2° par le nom de l'exploitant; 3° par le signe indiqué dans la liste précédente. Chacun de ces noms sera réuni au centre de figure du gîte correspondant par un trait ponctué horizontal, de même couleur et de même nuance que le périmètre du gîte.

Les mines et minières de fer seront énumérées sur la

marge de droite ; tous les autres gîtes seront énumérés sur la marge de gauche.

On désignera explicitement par le signe NE, tracé à l'encre rouge à la suite de toutes les autres indications écrites à l'encre noire en marge et en regard de chaque gîte, les gîtes qui sont inexploités depuis plusieurs années.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES POUR LE TRACÉ DES DEUX CARTES.

On rectifiera à l'encre rouge ce qui pourrait être défectueux, sur chaque carte, dans le tracé des cours d'eau sur lesquels il existe des usines minéralurgiques.

S'il arrive qu'un cours d'eau donnant le mouvement aux appareils mécaniques d'une usine n'ait pas reçu de nom sur les cartes ci-jointes, on écrira à l'encre rouge, à côté de ce cours d'eau, le nom qui lui est donné sur les cartes plus détaillées ou qui est adopté dans le pays.

Quand plusieurs usines sont tellement rapprochées qu'il soit impossible d'en désigner clairement la position à l'échelle de la carte ci-jointe, on présentera ce détail sur une portion de calque extraite d'une carte à une plus grande échelle, et collée dans un des angles de la carte ci-jointe.

Des numéros d'ordre seront placés avant chacun des noms inscrits sur chacune des marges : ces numéros se succéderont dans l'ordre même où se présenteront les noms comptés de haut en bas.

Dans le cadre de chacune des deux cartes, et sur la partie blanche réservée à cet effet, on présentera, en deux colonnes, deux tables correspondantes aux deux principales subdivisions de la carte, et qui reproduiront, *suivant l'ordre alphabétique des noms*, les indications consignées sur chacune des deux marges. On reproduira dans chaque table alphabétique, à la suite de chaque nom d'usine ou d'exploitation, le numéro d'ordre inscrit sur la marge de la carte.

Paris, le 26 mars 1844.

Renseignements à fournir sur les sources minérales.

Monsieur, il a été publié en 1842, dans le compte rendu des travaux des ingénieurs des mines, un tableau des sources minérales connues en France en 1840.

Ce tableau était le résultat des recherches auxquelles, d'après la demande de l'administration, MM. les ingénieurs s'étaient livrés sur ce sujet important.

J'ai reconnu avec le conseil général des mines, à l'occasion de plusieurs questions dont on a eu dernièrement à s'occuper dans l'intérêt des établissements thermaux, qu'il est essentiel de donner suite à ce premier travail. Ces documents seront utilement consultés dans l'examen des mesures qui pourront être prises plus tard en cette matière, et pour l'exacte appréciation desquelles on manque encore d'un ensemble de faits assez précis et assez nombreux.

L'exploitation des sources minérales exige, pour être bien conduite, l'application des règles de l'art des mines. Mais les procédés à employer pour obtenir une bonne distribution de ces sources, les soustraire aux différentes causes qui peuvent altérer leur volume ou leur pureté, varient avec les circonstances physiques et géologiques. Il est nécessaire d'étudier leur régime, leur composition, leurs divers caractères dans chaque localité, de réunir toutes les données de nature à éclairer les questions qui intéressent la conservation et l'aménagement de cette partie de la richesse publique.

Afin que les matériaux qui auront ainsi été recueillis puissent se coordonner entre eux et former les éléments d'une description claire et méthodique, il convenait d'adopter un cadre uniforme où ils viendraient se grouper. C'est dans ce but que j'ai fait dresser le tableau qui est joint à la présente. Il indique les détails à fournir sur chaque source minérale ou établissement thermal.

Je n'ai pas besoin d'inviter MM. les ingénieurs à rendre aussi complet que possible ce travail, qui offrira des notions d'un haut intérêt et témoignera de nouveau de l'utilité de leur concours. Je compte ici, comme toujours, sur leur zèle et leur dévouement.

Les tableaux qui auront été rédigés par MM. les ingénieurs ordinaires me seront transmis, suivant l'usage, par l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef. Ils devront m'être adressés en même temps que les documents statistiques relatifs à l'année 1843, c'est-à-dire pour le 15 octobre au plus tard.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le sous secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

DÉPARTEMENT

ANNÉE 1843.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

ADMINISTRATION GÉNÉRALE DES PONTS-ET-CHAUSSÉES ET DES MINES.

TABLEAU DES SOURCES MINÉRALES CONNUES DANS LE DÉPARTEMENT.

DÉSIGNATION générale des établissements d'eaux minérales.			DÉSIGNATION des diverses sources de chaque établissement.				INDICATIONS géologiques, topographiques et météorologiques.			EMPLOI ACTUEL DES SOURCES							OBSERVATIONS.
Nom de chaque établissement.	Nom du propriétaire . . . . P. du fermier. . . . . F.	Surface du terrain dépendant de chaque établissement.	Nom de chaque source.	Nature des eaux (*).	Volume d'eau moyen débité par minute.	Température en degrés centigrades.	Terrains d'où sortent les sources.	Niveau de la source comparé au niveau des eaux courantes les plus rapprochées.	Influences que paraissent exercer sur les sources, les eaux pluviales, les sources d'eaux communes, etc.	Moyens employés pour amener les eaux au lieu où elles sont administrées.	Propriétés médicinales.	Eaux administrées à l'état de bains. B.	Eaux administrées à l'état de douches. D.	Eaux administrées à l'état de boissons. Bo.	Nombre des baigneurs qui fréquentent chaque année l'établissement.	Recette annuelle de l'établissement.	— Mesures propres à développer l'importance des établissements. — Détails spéciaux sur les travaux superficiels ou souterrains qui pourraient être entrepris en vue d'améliorer le régime des sources, c'est-à-dire d'accroître le volume, la température et l'énergie des eaux.
(1)	(2)	(3) hect.	(4)	(5)	(6) litr.	(7) deg. c.	(8)	(9) mètres.	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17) francs.	(18)

(*) Eaux ferrugineuses (Fe). — Alcalines (Al). — Acidules (Ac). — Sulfureuses (Su). — Salines (Sa).

Paris, le 10 avril 1844.

Appareils à vapeur employés dans les établissements industriels. — États statistiques de 1843.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, les tableaux n°s 1 et 2, sur lesquels doivent être portés les documents statistiques concernant les appareils à vapeur employés, pendant l'année 1843, dans les établissements industriels de votre département.

L'un de ces exemplaires devra être conservé comme minute.

Je vous prie de me renvoyer l'autre avec vos observations le plus tôt possible.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 10 avril 1844.

Bateaux à vapeur. — États statistiques de 1843.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, les tableaux n°s 1 et 2, sur lesquels doivent être portés, pour l'année 1843, les documents statistiques concernant les bateaux à vapeur.

L'un de ces documents devra être conservé comme minute.

Je vous prie de me renvoyer l'autre avec vos observations, le plus tôt possible.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

Paris, le 10 avril 1844.

Machines à vapeur employées sur les chemins de fer. — États statistiques de 1843.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous transmettre, en double exemplaire, les tableaux n°s 1 et 2 sur lesquels doivent être portés, pour l'année 1843, les documents statistiques relatifs aux machines à vapeur locomotives employées sur les chemins de fer.

J'y joins deux autres tableaux semblables à ceux qui concernent les appareils à vapeur en général, pour inscrire les détails qui se rapportent aux machines à vapeur fixes, lorsqu'il en existe dans quelques-unes des stations du chemin de fer.

L'un des exemplaires de chaque tableau sera conservé comme minute. Je vous prie de me renvoyer l'autre avec les observations que vous auriez à ajouter sur cette partie du service.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

PERSONNEL.

Par ordonnance du roi, du 5 *janvier* 1844, — MM. Fournel et Garella, ingénieurs ordinaires de 1re classe au corps royal des mines, sont élevés au grade d'ingénieur en chef de 2e classe.

Par ordonnance du roi, du 15 *juin* 1844, — MM. Cacarrié, Piérard et Piot, aspirants-ingénieurs, sont nommés ingénieurs ordinaires de 2e classe.

Par arrêté du ministre des travaux public, du 1er *février* 1844, — M. Manès, ingénieur en chef à Mâcon, est appelé à prendre le service de l'arrondissement minéralogique de Bordeaux; il est chargé en même temps de remplir les fonctions d'ingénieur ordinaire pour le département de la Gironde.

Par arrêté du ministre, du 28 *février* 1844, — M. Drouot, ingénieur ordinaire des mines de 1re classe à Vesoul, est désigné pour remplir les fonctions d'ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique de Mâcon, en remplacement de M. Manès; — M. Guillot-Duhamel, ingénieur ordinaire de 1re classe à Chaumont, est chargé de faire, par interim, les fonctions de chef de service pour l'arrondissement minéralogique de Vesoul.

Par arrêté du ministre, du 28 *février* 1844, — il est créé dans le département du Nord un sous-arrondissement minéralogique dont le chef-lieu est établi à Valenciennes; — M. Comte, ingénieur ordinaire à Lille, est chargé du service du sous-arrondissement de Valenciennes.

Par arrêté du ministre, du 9 *Mars* 1844, — M. Lecocq, ingénieur ordinaire, adjoint au conservateur des collections de l'école royale des mines et chargé du service du département de Seine-et-Marne, est placé, sur sa demande, dans le cadre de réserve; il est remplacé dans ses doubles fonctions par M. Gentil, élève-ingénieur hors de concours.

Par arrêté du ministre, du 25 *mars* 1844, — il est placé un troisième garde-mines dans le département de Seine-et-Oise; — le service des trois gardes-mines de ce département, lesquels sont chargés de la surveillance des carrières, est réparti entre trois circonscriptions comprenant la première le territoire des arrondissements de sous-préfecture de Corbeil et d'Étampes, la seconde le territoire des arrondissements de Versailles et de Rambouillet, et la troisième le territoire des arrondissements de Pontoise et de Mantes.

Par arrêté du ministre, du 29 *mars* 1844, — M. Delesse, aspirant-ingénieur, est chargé du service du sous-arrondissement minéralogique de Vesoul, en remplacement de M. Drouot.

Par arrêté du ministre, du 2 *avril* 1844, — M. Meugy, aspirant-ingénieur des mines à Rive-de-Gier, est chargé du service du sous-arrondissement de Lille; — M. Châtelus, ingénieur de seconde classe, en congé, est appelé à remplacer M. Meugy dans le service du sous-arrondissement de Rive-de-Gier.

Par arrêté du ministre, du 31 *mai* 1844, — M. Bayle, élève-ingénieur des mines de 1re classe, est attaché au service des collections de l'École royale des mines, en remplacement de M. Gentil, élève-ingénieur hors de concours, qui demeure exclusivement chargé du service ordinaire des mines du département de Seine-et-Oise.

Par arrêté du ministre, du 17 *juin* 1844, — M. Gabé, ingénieur en chef des mines à Troyes, est placé, sur sa demande, dans le cadre de réserve; — M. Reverchon, ingénieur ordinaire de 1re classe à Metz, est appelé à remplir les fonctions d'ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique de Troyes, en remplacement de M. Gabé; — M. Piot, ingénieur ordinaire, est chargé du service du sous-arrondissement de Metz, que quitte M. Reverchon.

Par décision du sous-secrétaire d'état des travaux publics, du 12 *janvier* 1844, — MM. Dubocq, Jacquot (Pierre), Bossey et Bertrand, élèves-ingénieurs des mines de seconde classe, sont élevés à la première classe de leur grade à dater du 1er janvier.

Par décision du sous-secrétaire d'etat, du 4 *mai* 1844,

— le service de l'arrondissement minéralogique de Douai est réparti entre les sous-arrondissements de Lille, Valenciennes et Douai, ainsi qu'il suit, savoir : *sous-arrondissement de Lille*, service ordinaire des mines des arrondissements de sous-préfecture de Lille, Avesnes, Hazebrouck et Dunkerque, moins la surveillance des appareils à vapeur de l'arrondissement d'Avesnes; *sous-arrondissement de Valenciennes*, service ordinaire des mines de l'arrondissement de sous-préfecture de Valenciennes, y compris le territoire du bassin houiller, plus la surveillance des machines et appareils à vapeur de cet arrondissement; *sous-arrondissement de Douai*, service ordinaire des mines des arrondissements de sous-préfecture de Douai et de Cambrai, avec la surveillance des appareils à vapeur tant dans ces deux arrondissements que dans celui d'Avesnes; — M. l'ingénieur en chef Blavier, qui reste chargé du sous-arrondissement de Douai, continue d'avoir dans ses attributions le service métallurgique des chemins de fer et la topographie souterraine du bassin houiller de Valenciennes, travail pour lequel il sera secondé par M. l'ingénieur Comte et par le garde-mines du département dont la résidence est à cet effet transférée à Douai.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

ÉTAT GÉNÉRAL

DU

PERSONNEL DES MINES

AU 1er JUILLET 1844.

M. S. DUMON (C ✻), *MINISTRE SECRÉTAIRE D'ÉTAT.*

M. LE GRAND (G O ✻), *SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT.*

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le conseil est présidé par le ministre, et, en son absence, par le sous-secrétaire d'état. MM. les inspecteurs généraux, présents au conseil, y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

Inspecteurs généraux de première classe.

MM.

CORDIER (C ✻), pair de France, conseiller d'État, membre de l'Académie des sciences, chargé de présider le conseil en l'absence du ministre et du sous-secrétaire d'État, rue Cuvier, n° 25.

DE BONNARD (O ✻), membre de l'Académie des sciences, rue Neuve-des-Mathurins, n° 6.

MIGNERON (O ✻), rue de Grenelle-Saint-Germain, n° 117.

Inspecteurs généraux de deuxième classe.

MM.

HÉRICART DE THURY (O ✻), conseiller d'État, membre de l'Académie des sciences, rue de l'Université, n° 29.

BERTHIER (O ✻), membre de l'Académie des sciences, rue Crébillon, n° 2.

GARNIER (O ✻), rue des Saints-Pères, n° 75.

Inspecteurs généraux adjoints.

MM.

GUENYVEAU (O ✻), rue Louis-le-Grand, n° 26.

CHÉRON (O ✻), rue de la Ferme-des Mathurins, n° 6.

Ingénieur en chef, secrétaire du conseil.

THIRRIA ✻, rue de Tournon, n° 17.

COMMISSION CENTRALE DES MACHINES A VAPEUR.

MM.

CORDIER (C ❋), inspecteur général des mines, de l'Académie des sciences, président.

DE BONNARD (O ❋), inspecteur général des mines, de l'Académie des sciences.

KERMAINGANT (C ❋), inspecteur général des ponts-et-chaussées.

GARNIER (O ❋), inspecteur général des mines.

LAMÉ ❋, ing. en chef des mines, de l'Académie des sciences.

MARY ❋, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.

BINEAU ❋, ingénieur en chef des mines.

BÉLANGER ❋, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.

REGNAULT ❋, ingénieur des mines, de l'Académie des sciences.

COMBES ❋, ing. en chef des mines, *secrétaire, rue de l'Ouest*, 24.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

MM.

CORDIER (C ❋), inspecteur général des mines, président.

DE BONNARD (O ❋), inspecteur général des mines.

MIGNERON (O ❋), inspecteur général des mines.

HÉRICART DE THURY (O ❋), inspecteur général des mines.

BERTHIER (O ❋), insp. gén. des mines, prof. à l'École des mines.

GARNIER (O ❋), inspecteur général des mines.

GUENYVEAU (O ❋), inspecteur général adjoint des mines.

CHÉRON (O ❋), inspecteur général adjoint des mines.

DUFRÉNOY (O ❋), ing. en chef des mines, membre de l'Acad. des sciences, prof. à l'École des mines.

ÉLIE DE BEAUMONT (O ❋), ingénieur en chef des mines, membre de l'Académie des sciences, prof. à l'École des mines.

COMBES ❋, ing. en chef des mines, prof. à l'École des mines.

THIRRIA ❋, ing. en chef des mines, secr. du cons. gén. des mines.

LE PLAY ❋, ing. en chef des mines, prof. à l'École des mines.

DE CHEPPE (O ❋), maître des requêtes, chef de la division des mines.

DE BOUREUILLE ❋, ingénieur des mines, chef de la division des chemins de fer, *secrétaire, rue de l'Odéon*, 28.

EBELMEN, ingénieur des mines, *secrétaire adjoint, spécialement chargé de la traduction des mémoires étrangers.*

COMMISSION DE STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

MM.

MIGNERON (O ❋), inspecteur général des mines, président.

GARNIER (O ❋), inspecteur général des mines.

THIRRIA ❋, ing. en chef, secrétaire du conseil général des mines.

DE CHEPPE (O ❋), maître des requêtes, chef de la division des mines.

CHEVALIER (Michel) (O ❋), conseiller d'État, ingénieur en chef des mines.

LE PLAY ❋, ing. en ch. des mines, *secrétaire, rue de Belle-Chasse*, 10.

INSPECTIONS GÉNÉRALES DU SERVICE DES MINES.

DÉSIGNATION des INSPECTIONS.	DÉPARTEMENTS qui composent CHAQUE INSPECTION.	INSPECTEURS GÉNÉRAUX.
Nord.	Seine-Inférieure. Eure, Eure-et-Loir, Seine, Seine-et-Oise, Loiret, Seine-et-Marne, Nord, Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Oise.	MM. Héricart de Thury (O ✱)
Nord-Est. . .	Ardennes, Meuse, Marne, Aube, Yonne, Meurthe, Moselle, Bas-Rhin, Vosges, Haut-Rhin. . . .	Garnier (O ✱).
Est.	Haute-Saône, Haute-Marne, Côte-d'Or, Saône-et-Loire, Ain, Doubs, Jura.	Guenyveau (O ✱).
Centre. . . .	Loire, Rhône, Cantal, Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Cher, Allier, Nièvre.	Migneron (O ✱).
Sud-Est. . .	Bouches-du-Rhône, Var, Corse, Vaucluse, Basses-Alpes, Drôme, Isère, Hautes-Alpes, Ardèche, Lozère, Gard, Hérault, Aude, Pyrénées-Orientales.	De Bonnard (O ✱).
Sud-Ouest. .	Lot-et-Garonne, Dordogne, Corrèze, Lot, Aveyron, Tarn-et-Garonne, Tarn, Haute-Garonne, Ariége, Gironde, Landes, Basses-Pyrénées, Gers, Hautes-Pyrénées.	Cordier (C ✱).
Ouest.	Vienne, Creuse, Haute-Vienne, Charente, Charente-Inférieure, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Indre, Vendée, Deux-Sèvres, Maine-et-Loire.	Berthier (O ✱).
Nord-Ouest.	Calvados, Manche, Orne, Mayenne, Sarthe, Loire-Inférieure, Morbihan, Ille-et-Vilaine, Côtes-du-Nord, Finistère.	Chéron (O ✱).

TABLEAU DU SERVICE DES MINES

PAR DIVISIONS, ARRONDISSEMENTS ET SOUS-ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES.

SERVICE ORDINAIRE.

INGÉNIEURS EN CHEF.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.	RÉSIDENCES.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.
	DIVISION DU NORD.		
	M. HÉRICART DE THURY (O ✻), inspecteur général, 2e cl.		
	Arrondissement de Caen.		
HÉRAULT ✻, 1re cl. dir.	De St.-Léger ✻, ing. en chef. . .	Rouen.	SEINE-INFÉRIEURE. EURE. EURE-ET-LOIR.
	Arrondissement de Paris.		
JUNCKER ✻, 1re cl. .	De Fourcy, 2e cl. . Sentis, 2e cl. . . .	Paris.	SEINE.
	Arrondissement d'Orléans.		
PARROT, ing. ord. 1re cl., f. f. d'ing. en chef.	Couche, 2 cl. . . .	Versailles. . . .	SEINE-ET-OISE.
	Service fait par l'ing. en chef. .	Orléans.	LOIRET.
	Gentil, él. h. de c.	Paris.	SEINE-ET-MARNE.
	Arrondissement de Douai.		
BLAVIER ✻, 2e cl. .	Meugy, asp.	Lille.	NORD. — Moins les ap. à vapr. du territ. d'Avesnes.
	Comte, 2e cl. . .	Valenciennes. .	NORD. — Y comp. le bassin houiller de Valenciennes.
	Service fait par l'ing. en chef.	Douai.	NORD. — Y compris le serv. des mach. à vapr. du territoire d'Avesnes.
	Dusouich, 2e cl. .	Arras.	PAS-DE-CALAIS.

INGÉNIEURS EN CHEF.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.	RÉSIDENCES.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.
	Suite de la Division du Nord.		
	Arrondissement d'Amiens.		
LEFEBVRE ✱, 2ᵉ cl.	*Service fait par l'ing. en chef.*	Amiens.	SOMME.
	Piérard, 2ᵉ cl. . .	Beauvais.	AISNE. OISE.
	DIVISION DU NORD-EST.		
	M. GARNIER (O ✱), inspecteur général, 2ᵉ cl.		
	Arrondissement de Troyes.		
REVERCHON, ing. ord. 1ʳᵉ cl., f. f. d'ing. en chef.	Sauvage, 2ᵉ cl. . .	Mézières.	ARDENNES. MEUSE.
	Service fait par l'ing. en chef. .	Troyes.	MARNE. AUBE. YONNE.
	Arrondissement de Nancy.		
LEVALLOIS ✱, 1ʳᵉ cl.	Plot, 2ᵉ cl.	Metz.	MEURTHE. MOSELLE.
	Arrondissement de Strasbourg.		
DE BILLY ✱, 2ᵉ cl.	Daubrée, 2ᵉ cl. . .	Strasbourg. . .	BAS-RHIN.
	Furiet, asp.	Colmar.	VOSGES. HAUT-RHIN.
	DIVISION DE L'EST.		
	M. GUENYVEAU, (O ✱), inspecteur général adjoint.		
	Arrondissement de Vesoul.		
. . . . .	Delesse, asp. . . .	Vesoul.	HAUTE-SAÔNE.
	Guillot-Duhamel, 1ʳᵉ cl.	Chaumont. . . .	HAUTE-MARNE.
	Guillebot de Nerville, 2ᵉ cl. . . .	Dijon.	CÔTE-D'OR.

INGÉNIEURS EN CHEF.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.	RÉSIDENCES.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.
	Suite de la Division de l'Est.		
	Arrondissement de Mâcon.		
Drouot, ing. ord., 1re cl., f. f. d'ing. en ch., à Châlons.. .	*Service fait par l'ing. en chef..*	Châlons. . . .	Saône-et-Loire. Ain.
	Boyé, 2e cl.	Besançon. . . .	Doubs. Jura.
	DIVISION DU CENTRE.		
	M. Migneron (O ✻), inspecteur général, 1re cl.		
	Arrondissement de Saint-Étienne.		
Delsériès ✻, 1re cl.	Mœvus, 2e cl. . .	Saint-Étienne. .	Loire. — Moins le terr. houiller de Rive-de-Gier
	Chatelus, 2e cl. . .	Rive-de-Gier. .	Loire. — Terr. houiller de Rive-de-Gier et concession de St-Chamond
	Pigeon, 2e cl. . . .	Lyon.	Rhône.
	Arrondissement de Clermont.		
Burdin ✻, 1re cl. . .	Baudin, 1re cl. . .	Clermont. . . .	Cantal. Puy-de-Dôme. Haute-Loire.
	Boulanger, 2e cl. .	Moulins. . . .	Cher. Allier. Nièvre.
	DIVISION DU SUD-EST.		
	M. de Bonnard (O ✻), inspecteur général, 1re cl.		
	Arrondissement de Grenoble.		
Gueymard (O ✻), 1re cl..	Diday, 2e cl. . . .	Marseille. . . .	Bouches-du-Rhône. Var. Corse.
	Meissonnier, asp. .	Avignon. . . .	Vaucluse. Basses-Alpes. Drôme.
	Gras ✻, 1re cl. . .	Grenoble. . . .	Isère. Hautes-Alpes.

INGÉNIEURS EN CHEF.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.	RÉSIDENCES.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.
	Suite de la Division du Sud-Est.		
	Arrondissement d'Alais.		
Thibault ✻, 2e cl.	Lefrançois, asp.	Alais.	Ardèche. Lozère. Gard.
	Dupont, asp.	Montpellier.	Hérault.
	Ville, él. h. de c.	Carcassonne.	Aude. Pyrénées-Orientales.
	DIVISION DU SUD-OUEST.		
	M. Cordier (C ✻), inspecteur général, 1re cl.		
	Arrondissement de Périgueux.		
Marrot ✻, 2e cl.	Boudousquié ✻, 1re cl.	Périgueux.	Lot-et-Garonne. Dordogne. Corrèze.
	Senez, 1re cl.	Villefranche.	Lot. Aveyron.
	Arrondissement de Toulouse.		
Vène, 2e cl.	Boucheporn (de), 2e cl.	Toulouse.	Tarn-et-Garonne. Tarn. Haute-Garonne.
	Renouf, él. h. de c.	Vic-Dessos.	Ariége.
	Arrondissement de Bordeaux.		
Manès ✻, 2e cl.	*Service fait par l'ing. en chef.*	Bordeaux.	Gironde.
	Jacquot, asp.	Mont-de-Marsan	Landes. Basses-Pyrénées. Gers. Hautes-Pyrénées.

INGÉNIEURS EN CHEF.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.	RÉSIDENCES.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.
DIVISION DE L'OUEST.			
M. BERTHIER (O ✻), inspecteur général, 2ᵉ cl.			
Arrondissement de Guéret.			
FURGAUD ✻, 1ʳᵉ cl.	*Service fait par l'ing. en chef.*	Guéret	VIENNE. CREUSE. HAUTE-VIENNE. CHARENTE. CHARENTE-INFÉRIEURE.
	Descottes, asp.	Tours	INDRE-ET-LOIRE. LOIR-ET-CHER. INDRE.
Arrondissement de Nantes.			
LORIEUX ✻, 2ᵉ cl.	Cacarrié, 2ᵉ cl.	Angers	VENDÉE. DEUX-SÈVRES. MAINE-ET-LOIRE.
DIVISION DU NORD-OUEST.			
M. CHÉRON (O ✻), inspecteur général adjoint.			
Arrondissement de Caen.			
HÉRAULT ✻, 1ʳᵉ cl. dir.	*Service fait par l'ing. en chef.*	Caen	CALVADOS. MANCHE.
	Hennezel (de), 2ᵉ cl.	Le Mans	ORNE. MAYENNE. SARTHE.
Arrondissement de Nantes.			
LORIEUX ✻, 2ᵉ cl.	Audibert, asp.	Nantes	LOIRE-INFÉRIEURE. MORBIHAN.
	Durocher, 2ᵉ cl.	Rennes	ILLE-ET-VILAINE. CÔTES-DU-NORD. FINISTÈRE.

SERVICES SPÉCIAUX.

Service central de la partie métallurgique et de l'exploitation des chemins de fer.

MM.

Bineau ✻......	ing. en chef, 2e cl., d. n.	Paris.
Le Chatelier....	ing. ord., 2e cl.	Paris.

Carrières de Paris et du département de la Seine.

Juncker ✻.....	ing. en chef, 1re cl. d. n. (insp. gén.).	Paris.
De Fourcy......	ing. ord., 2e cl. d. n. (insp. part.) .	Paris.
Sentis........	ing. ord., 2e cl. d. n. (insp. part.) .	Paris.

Surveillance des machines à vapeur dans le département de la Seine.

Combes ✻......	ing. en chef, 2 cl., d. n.	Paris.
De Sénarmont ✻..	ing. ord., 1re cl.	Paris.

SERVICE EXTRAORDINAIRE.

Travaux de consolidation des carrières sous la ville de Fécamp (Seine-Inférieure).

Hérault ✻.....	ing. en chef directeur, d. n.....	Caen.
De St-Léger ✻...	ing. en chef, 2e cl., d. n.	Rouen.
Harlé........	ing. ord., 2e cl.	Fécamp.

Service métallurgique du chemin de fer de Montpellier à Nîmes.

Dupont.......	aspirant, d. n.	Montpellier.

Topographie du bassin houiller de Valenciennes.

Blavier ✻.....	ing. en chef, 2e cl., d. n.	Douai.
Comte.......	ing. ord. 2e cl., d. n.	Valenciennes.

Topographie du bassin houiller d'Aubin (Aveyron).

Senez........	ing. ord., 1re cl., d. n.	Villefranche.

Étude des terrains composant le bassin houiller d'Autun, (Saône-et-Loire).

Drouot.......	f. f. d'ing. en chef, d. n.	Châlons.

Étude des terrains houillers des environs d'Ahun et de Bourganeuf (Creuse).

Furgaud ✱. . . . . ing. en chef, 1re cl., d. n. . . . . Guéret.

Appareils à vapeur.

Moisson-Desroches. ing. en chef, 1re cl., chargé de coordonner, pour les publications annuelles, les documents statistiques transmis à l'administration relativement aux appareils à vapeur. } Paris.

Ingénieur en mission pour le service du département de la guerre. (Explorations géologiques en Algérie).

Fournel ✱. . . . . ing. en chef, 2e cl. . . . . Alger.

Ingénieur en mission pour le service du département des affaires étrangères,

Garella ✱. . . . . ing. en chef, 2e cl. . . . . Panama.

Ingénieur attaché au département de l'agriculture et du commerce (Eaux thermales).

François ✱. . . . . ing. ord., 2e cl. . . . . Carcassonne.

Ingénieurs attachés à l'École Polytechnique.

Lamé ✱ . . . . . . ing. en chef, 2e cl., d. n. (professeur).
Regnault ✱ . . . . ing. ord., 2e cl., d. n. (professeur).
Transon. . . . . . . ing. ord., 2e cl. (répétiteur). . . . . } Paris.
Ebelmen. . . . . . ing. ord., 2e cl., d. n. (répétiteur).
Delaunay. . . . . . ing. ord., 2e cl. (répétiteur). . . . .

Manufacture royale des porcelaines de Sèvres.

Brongniart (O ✱). . ing. en ch., 1re cl. . . . . Sèvres.

Etablissement de Decazeville (Aveyron).

Declerck. . . . . . ing. ord., 2e cl. . . . . Decazeville.

Carte géologique générale de la France.

M. DUFRÉNOY (O ✱), ingénieur en chef, déjà nommé, chargé de la partie occidentale.

M. ÉLIE DE BEAUMONT (O ✱), ingénieur en chef, d. n., chargé de la partie orientale.

Cartes géologiques départementales.

Départements.	Ingénieurs.
	MM.
Allier	Boulanger.
Ardèche	Varin.
Ariége	François ✱.
Aude	Vène.
Aveyron	Senez.
Cantal	Baudin.
Charente	Marrot ✱.
Corrèze	De Boucheporn.
Dordogne	Marrot ✱.
Doubs	Boyé.
Gironde	Pigeon.
Ille-et-Vilaine	Durocher.
Indre	Sagey.
Loire	Gruner.
Loire-Inférieure	Durocher.
Loiret	Lefebure de Fourcy.
Lot	Senez.
Maine-et-Loire	Cacarrié.
Marne	Sauvage.
Marne (Haute-)	Guillot-Duhamel.
Meurthe	Levallois ✱.
Morbihan	Lefebure de Fourcy.
Moselle	Reverchon.
Pas-de-Calais	Dusouich.
Puy-de-Dôme	Baudin.
Pyrénées (Hautes-)	Vène.
Rhin (Bas-)	Daubrée.
Rhône	Pigeon.
Seine-et-Marne	De Sénarmont ✱.
Sèvres (Deux-)	Cacarrié.
Tarn	De Boucheporn.
Var	De Villeneuve ✱.
Vosges	De Billy ✱.

Ingénieurs en service hors de France.

MM.
Lambert (C.-J.) ✱, ing. ord., 2e cl. (Égypte).
De Marignac, élève ing. (Suisse).
Hulot d'Osery, élève ing. (Amérique du Sud).

Ingénieurs en réserve ou en congé.

MM.	
Gabé	ing. en ch., 2e cl.
Clapeyron ✱	ing. en ch., 2e cl.
Varin	ing. en ch., 2e cl.
Gervoy ✱	ing. ord., 1re cl.
De Villeneuve ✱	ing. ord., 1re cl.
Sagey	ing. ord., 1re cl.
Delaplanche	ing. ord., 2e cl.
Lecocq	ing. ord., 2e cl.
Martha-Becker	ing. ord., 2e cl.
Reynaud	ing. ord., 2e cl.
De Lamotte	ing. ord., 2e cl.
Lambert (C.-J.-E.)	élève.

ÉCOLE DES MINES.

RUE D'ENFER, N° 34, HÔTEL VENDÔME.

Professeurs.

MM.

DUFRÉNOY (O ✱), ing. en chef, 1re cl., d. n. (Minéralogie), Inspecteur des études.
ÉLIE DE BEAUMONT (O ✱), ing. en chef, 1re cl., d. n. (Géologie).
BERTHIER (O ✱), insp. gén., d. n. (Docimasie), chef du laboratoire.
COMBES ✱, ing. en chef, 2e cl., d. n. (Exploitation).
LEPLAY ✱, ing. en chef, 2e cl., d. n. (Minéralurgie).
EBELMEN, ing. ord., 2e cl., d. n., adjoint au professeur de Docimasie.
GIRARD ✱, prof. de dessin et de géométrie descriptive appliquée.

Collections.

DUFRÉNOY (O ✱), ing. en chef, 1re cl. d. n., conservateur.
Bayle, élève hors de concours, adjoint au conservateur.

Adelmann, gardien des collections.
Pierre, aide du laboratoire.
Micheleau, gardien de la bibliothèque.
Vacher, *idem.*
Merlhiod, surnuméraire.

Lacroix (O ✱), médecin-chirurgien.

CONSEIL DE L'ÉCOLE DES MINES.

MM.

CORDIER (C ✱), insp. général des mines, vice-président.
DE BONNARD (O ✱), insp. général des mines.
MIGNERON (O ✱), insp. général des mines.
HÉRICART DE THURY (O ✱), insp. général des mines.
BERTHIER (O ✱), insp. général des mines.
GARNIER (O ✱), insp. général des mines.
ELIE DE BEAUMONT (O ✱), ing. en chef., prof. de géologie.
COMBES ✱, ing. en chef, prof. d'exploitation.
LE PLAY ✱, ing. en chef, prof. de minéralurgie.
DUFRÉNOY (O ✱), ing. en chef, prof. de minéralogie, *secrétaire du conseil, rue d'Enfer, n° 34.*

ÉLÈVES-INGÉNIEURS DES MINES.

Élèves de 1re classe.

1er juin 1842.

De Chancourtois.

1er janvier 1844.

Dubocq.
Bertrand.
Bossey.

Élèves de 2e classe.

15 novembre 1842.

Rivot.
Phillips.
Houpeurt.

15 novembre 1843.

Cauldrée-Boilleau.
Trautmann.
Bochet.

ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ÉTIENNE

(Département de la Loire).

MM.

ROUSSEL-GALLE ✱, ing. en chef, 1re cl. Directeur de l'école.

Professeurs.

FÉNÉON, ing. en chef, 2e cl. (Minéralogie et Géologie).
GRUNER, ing. ord., 1re cl. (Chimie et Métallurgie).
CALLON, ing. ord., 2e cl. (Prép. mécan., et mach., exploit., et const.).

Janicot, répétiteur de chimie, préparateur (Arith. et comptab.).
Duhaut, répétiteur, 1er surveillant des études (Géométrie, levé des plans et dessin).
Buffenoir, répétiteur, 2e surveillant.

TABLEAU DES INGÉNIEURS,

PAR ANCIENNETÉ, DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE.

Inspecteurs généraux de première classe.

27 avril 1832.

Cordier (C ✻).

14 septembre 1835.

De Bonnard (O ✻)

20 mai 1840.

Migneron (O ✻).

Inspecteurs généraux de deuxième classe.

16 mai 1834.

Héricart de Thury (O ✻).

22 décembre 1836.

Berthier (O ✻).

5 août 1840.

Garnier (O ✻).

Inspecteurs généraux adjoints.

20 mai 1840.

Guenyveau (O ✻).

6 décembre 1840.

Chéron (O ✻).

Ingénieurs en chef de première classe.

2 août 1828.

Brongniart (O ✻).

1er mai 1832.

Hérault ✻.

1er novembre 1833.

Furgaud ✻.

26 décembre 1836.

Gueymard (O ✻).
Roussel-Galle ✻.
Delsériès ✻.

26 janvier 1839.

Dufrénoy (O ✱).
Elie de Beaumont (O ✱).
Burdin ✱.

5 mai 1840.

Levallois ✱.

10 mai 1841.

Juncker ✱.

11 mars 1842.

Moisson-Desroches.
Thirria ✱.

Ingénieurs en chef de deuxième classe.

22 décembre 1836.

Gabé.
Lefebvre ✱.
Thibaud ✱.
Lamé ✱.
Combes ✱.

21 septembre 1837.

Clapeyron ✱.

15 janvier 1839.

Manès ✱.
Marrot ✱.

15 juillet 1839.

Lorieux ✱.

7 mai 1840.

Blavier ✱.
Fénéon.
De Billy ✱.

29 juillet 1840.

Bineau ✱.
Le Play ✱.

9 décembre 1840.

Chevalier (Michel) (O ✱).

18 mars 1842.

De Saint-Léger ✱.
Varin.

1er mai 1843.

Vène.

5 janvier 1844.

Fournel ✱.
Garella.

Ingénieurs ordinaires de première classe.

27 avril 1832.

Parrot.

26 décembre 1836.

Guillot-Duhamel.
De Villeneuve ✻.

12 mars 1838.

Dronot.

26 Janvier 1839.

Sagey.
Gras ✻.
Gervoy ✻.
Reverchon.
De Boureuille ✻.

10 janvier 1840.

Baudin.

10 mai 1841.

Boudousquié ✻.
De Sénarmont ✻.
Gruner.
Senez.

Ingénieurs ordinaires de deuxième classe.

2 juillet 1828.

Delaplanche.

6 mai 1829.

Lambert (Charles) ✻.

4 juillet 1830.

Reynaud.
Transon.

1er novembre 1833.

De Hennezel.
Vergnette de Lamotte.

14 septembre 1835.

Harlé.

29 juin 1836.

Boulanger.
Martha-Becker.
Lecocq.
François ✻.

9 janvier 1837.

Lefebure de Fourcy.
Dusouich.
Diday.

5 septembre 1837.

Mœvus.

9 octobre 1837.

Regnault ✻.

5 mars 1838.

Chatelus.

30 janvier 1839

Ebelmen.
Declerck.
Sauvage.

7 mai 1840.

Bertrand de Boucheporn.
Daubrée.
Pigeon.

25 mai 1841.

Sentis.
Callon.
Le Chatelier.

18 mars 1842.

Couche.
Comte.

25 juin 1843.

Durocher.
Guillebot de Nerville.
Boyé.
Delaunay.

15 juin 1844.

Cacarrié.
Piérard.
Piot.

Aspirants-Ingénieurs.

19 juin 1843.

Audibert.
Jacquot.
Delesse.
Lefrançois.
Descottes.
Dupont.
Meugy.
Furiet.
Meissonnier.

Élèves-Ingénieurs hors de concours.

1er juin 1843.

Ville.
Gentil.
Hulot d'Osery.

15 juin 1844.

Debette.
Bertera.
Bayle.
Reuss.
Renouf.

LISTE GÉNÉRALE
ET ALPHABÉTIQUE
DES INGÉNIEURS DES MINES.

NOMS DES INGÉNIEURS.	GRADES.	SERVICES.
A		
Audibert.	aspirant.	Nantes.—Division du nord-ouest.
B		
Baudin.	ing. ord. 1re cl. . .	Clermont. — Div. du centre.
Bayle.	élève hors de conc.	Paris. — École des mines.
Beaumont (Elie de), (O ✳).	ing. en ch. 1re cl.	Paris. — École des mines.
Bertera.	élève hors de conc.	A l'école.
Berthier (O ✳).	insp. gén. 2e cl. .	Paris.—DIVISION DE L'OUEST, et école des mines.
Bertrand de Boucheporn (*V*. de Boucheporn).		
Bertrand.	élève 1re cl.	A l'école.
Billy (de) ✳.	ing. en ch. 2e cl. .	Strasbourg.—Div. du nord-est.
Bineau ✳.	ing. en ch. 2e cl. .	Paris.—Serv. spécial. . .
Blavier ✳.	ing. en ch. 2e cl.	Douai. — Div. du nord et serv. extr.
Bochet.	élève 2e cl.	A l'école.
Bonnard (de) (O ✳). .	insp. gén. 1re cl. .	Paris.—DIVISION DU SUD-EST.
Bossey.	élève 1re cl. . . .	A l'école.
Boucheporn (de). . . .	ing. ord. 2e cl. . .	Toulouse.—Div. du sud-ouest.
Boudousquié ✳. . . .	ing. ord. 1re cl. .	Périgueux. — Div. du sud-ouest.
Boulanger.	ing. ord. 2 cl.. . .	Moulins.—Div. du centre.
Boureuille (de) ✳. . .	ing. ord. 1re cl. .	Paris. — Adm. centrale et comm. des Ann. des mines.
Boyé.	ing. ord. 2e cl. . .	Besançon.—Div. de l'est.
Brongniart (O ✳). . .	ing. en ch. 1re cl.	Serv. partic. (Man. de Sèvres).
Burdin ✳.	ing. en ch. 1re cl. .	Clermont. — Div. du centre.
C		
Cacarrié.	ing. ord. 2e cl. . .	Angers.—Div. de l'ouest.
Callon.	ing. ord. 2e cl. . .	Saint-Etienne.—Ecole des mineurs.
Chancourtois (de).. . .	élève 1re cl. . . .	A l'école.
Chatelus.	ing. ord. 2e cl. . .	Rive-de-Gier.—Div. du centre.

NOMS DES INGÉNIEURS.	GRADES.	SERVICES.
Chéron (O ✻).	insp. gén. adj. . .	Paris.—Division du nord-ouest.
Chevalier (O ✻). . . .	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Paris.—Comm. de stat. de l'ind. min.
Clapeyron ✻.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	En congé.
Combes ✻.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Paris. — Ecole des mines et serv. spéc.
Comte.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Valenciennes.—Div. du nord.
Cordier (C ✻).	insp. gén. 1ʳᵉ cl. .	Paris.—Division du sud-ouest.
Couche.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Versailles.— Div. du nord.
D		
Daubrée.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Strasbourg.—Div. du nord-est.
Debette.	élève h. de conc. .	Paris.—Ecole des mines.
Declerk.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Serv. part. (Decazeville).
Delamotte (*V.* Vergnette).		
Delaplanche.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	En congé.
Delaunay.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Ecole polytechnique.
Delesse.	aspirant.	Vesoul.—Div. du nord-est.
Delsériès ✻.	ing. en ch. 1ʳᵉ cl.	Saint-Etienne.—Div. du centre.
Descottes.	aspirant.	Tours.—Div. de l'ouest.
Desroches (*V.* Moisson).		
Diday.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Marseille. - Div. du sud-est.
Drouot.	f. f. d'ing. en ch. .	Châlons.—Div. de l'est. et serv. ex.
Dubocq.	élève de 1ʳᵉ cl. . .	A l'Ecole.
Dufrénoy (O ✻). . . .	ing. en ch. 1ʳᵉ cl.	Paris.—Ecole des mines.
Duhamel (*V.* Guillot).		
Dupont.	aspirant.	Montpellier.-Div. du sud-est et s. ex.
Durocher.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Rennes.—Div. du nord-ouest.
Dusouich.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Arras.—Div. du nord.
E		
Ebelmen.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Paris.—Ecole des mines et comm. des Annales.
Elie de Beaumont (*V.* Beaumont.		
F		
Fénéon.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Saint-Etienne. — Ecole des mineurs.
Fourcy (Lefebure de). .	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Paris.—Div. du nord et serv. spéc.
Fournel ✻.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Ministère de la guerre (mission).
François ✻.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Minist. de l'agr. et du comm. (eaux thermales).

NOMS DES INGÉNIEURS.	GRADES.	SERVICES.
Furgaud ✱.	ing. en ch. 1re cl.	Guéret.—Div. du centre et serv. ex.
Furiet.	aspirant.	Colmar.—Div. du nord-est.
G		
Gabé.	ing. en ch. 2e cl. .	En réserve.
Galle (*V.* Roussel).		
Gaillissart de Marignac (*V.* Marignac).		
Garella ✱.	ing. en ch. 2e cl. .	Ministère des aff. étr. (Panama).
Garnier (O ✱).	insp. gén. 2e cl. .	Paris.—DIVISION DU NORD-EST.
Gauldrée-Boilleau. . . .	élève 2e cl.	A l'école.
Gervoy ✱.	ing. ord. 1re cl. .	En congé.
Gentil.	élèv. h. de conc. .	Paris.—Div. du nord.
Gras ✱.	ing. ord. 1re cl. . .	Grenoble.—Div. du sud-est.
Gruner.	ing. ord. 1re cl. .	Saint-Etienne.—Ecole des mineurs.
Guenyveau (O ✱). . .	insp. gén. adj. . .	Paris.—DIVISION DE L'EST.
Gueymard (O ✱). . .	ing. en ch. 1re cl.	Grenoble.—Div. du sud-est.
Guillebot de Nerville. .	ing. ord. 2e cl. . .	Dijon.—Div. de l'est.
Guillot-Duhamel. . . .	ing. ord. 1re cl. . .	Chaumont.—Division de l'est.
H		
Harlé.	ing. ord. 2e cl. . .	Fécamp.—Serv. extr.
Hennezel (de).	ing. ord. 2e cl. . .	Le Mans.—Div. du nord-ouest.
Hérault ✱.	ing. en ch. dir. .	Caen.—Div. du nord-ouest et du nord, et serv. ext.
Héricart de Thury (O✱)	insp. gén. 2e cl. .	Paris.—DIVISION DU NORD.
Houpcurt.	élève 2e cl.	A l'école.
Hulot d'Osery (*V.* Osery).		
Hureau de Sénarmont (*V.* Sénarmont).		
J		
Jacquot.	aspirant.	Mont-de-Marsan.—Div. du sud-ouest.
Juncker ✱.	ing. en ch. 1re cl.	Paris.—DIV. DU NORD et serv. spéc.
L		
Lambert (C.-J.) ✱. . .	ing. ord. 2e cl. . .	En congé (Egypte).
Lambert (C. J.-E.). . .	élève.	En congé.
Lamé ✱.	ing. en ch. 2e cl. .	Ecole polytechnique.
Le Chatelier.	ing. ord. 2e cl. . .	Paris.—Serv. spécial.
Lecocq.	ing. ord. 2e cl. . .	En réserve.

NOMS DES INGÉNIEURS.	GRADES.	SERVICES.
Lefebure de Fourcy (*V.* Fourcy).		
Lefebvre ✻.	ing. en ch. 2e cl. .	Amiens.—Div. du nord.
Lefrançois.	aspirant.	Alais.—Div. du sud-est.
Leplay ✻.	ing. en ch. 2e cl.	Paris.—Ecole des mines et comm. de stat. de l'ind. min.
Levallois ✻.	ing. en ch. 1re cl.	Nancy.—Div. du nord-est.
Lorieux ✻.	ing. en ch. 2e cl. .	Nantes.—Div. du nord-ouest et de l'ouest.
M		
Manès ✻.	ing. en ch. 2e cl. .	Bordeaux.—Div. du sud-ouest.
Marignac (Gallissard de).	élève ing.	En congé (Suisse).
Marrot ✻.	ing. en ch. 2e cl. .	Périgueux. — Div. du sud-ouest.
Martha-Becker.	ing. ord. 2e cl. . .	En congé.
Meissonnier.	aspirant.	Avignon.—Div. du sud-est.
Meugy.	aspirant.	Lille.—Div. du nord.
Migneron (O✻). . . .	insp. gén. 1re cl. .	Paris.—Division du centre.
Mœvus.	ing. ord. 2e cl. . .	Saint-Etienne. — Div. du centre.
Moisson-Desroches. . .	ing. en ch. 1re cl.	Paris.—Serv. ex.
N		
Nerville (de) *V.* Guillebot.		
O		
Osery (Hulot d'). . . .	élève h. de conc. .	Amérique du Sud (*mission*).
P		
Phillips.	élève 2e cl.	A l'école.
Piérard.	ing. ord. 2e cl. . .	Beauvais. — Div. du nord.
Pigeon.	ing. ord. 2e cl. . .	Lyon.—Div. du centre.
Piot.	ing. ord. 2e cl. . .	Metz.—Div. du nord-est.
R		
Regnault ✻.	ing. ord. 2e cl. . .	Ecole polytechnique.

NOMS DES INGÉNIEURS.	GRADES.	SERVICES.
Renouf.	élève h. de conc. .	Vic-Dessos.—Div. du sud-ouest.
Reuss.	élève h. de conc. .	En congé.
Reverchon.	f. f. d'ing. en ch. .	Troyes. —Div. du nord-est.
Reynaud.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	En congé.
Rivot.	élève 2ᵉ cl.	A l'école.
Roussel-Galle ✻. . . .	ing. en ch. 1ʳᵉ cl. .	Saint-Etienne.—Ecole des mineurs.
S		
Sagey.	ing. ord. 1ʳᵉ cl. . .	En réserve.
Saint-Léger (de) ✻. . .	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Rouen.—Div. du nord et serv. extr.
Sauvage.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Mézières.—Div. du nord-est.
Sénarmont (de) ✻. . .	ing. ord. 1ʳᵉ cl. . .	Paris.—Serv. spécial.
Senez.	ing. ord. 1ʳᵉ cl. . .	Villefranche.—Div. du sud-ouest.
Sentis.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Paris.—Div. du nord et serv. spéc.
T		
Thibaud ✻.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Alais—Div. du sud-est.
Thirria ✻.	ing. en ch. 1ʳᵉ cl.	Paris.—Conseil général des mines.
Thury (de) *V.* Héricart.		
Transon.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Ecole polytechnique.
Trautmann.	élève 2ᵉ cl.	A l'école.
V		
Varin.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	En réserve.
Vène.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Toulouse.—Div. du sud-ouest.
Vergnette de Lamotte.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	En congé.
Ville.	élève h. de conc. .	Carcassonne.—Div. du sud-ouest.
Villeneuve (de) ✻. . .	ing. ord. 1ʳᵉ cl. . .	En congé.

RETRAITES

du 1ᵉʳ juillet 1843 au 1ᵉʳ juillet 1844.

Poirier Saint-Brice ✻. . . . . . ing. en chef 2ᵉ cl. . . . . . . 1ᵉʳ décembre 1843.

ARRONDISSEMENTS minéralogiques.	NOMS DES GARDES-MINES.	RÉSIDENCES.	SERVICES.
	DIVISION DE L'EST.		
VESOUL	Paufert, 3ᵉ cl.	Vesoul	Haute-Saône, serv. ord.
	Canaly, 4ᵉ cl.	Gray	
	Garnier, 3ᵉ cl.	Chaumont	Haute-Marne, minières et atel. de lavage.
	Ilnicki, 3ᵉ cl.	Vassy	
	Heuret, 4ᵉ cl.	Châtillon	Côte-d'Or, serv. ord.
	Tournois, 4ᵉ cl.	Dijon	
MACON	Mairet, 3ᵉ cl.	Châlon	Saône-et-Loire, serv. ord.
	DIVISION DU CENTRE.		
St-ÉTIENNE	Koss, 2ᵉ cl.	St-Étienne	Loire. topog. souterr.
	Chevalier, 2ᵉ cl.		Loire. serv. ord.
	Bayon ✱, 1ʳᵉ cl.	Rive-de-Gier	Loire. serv. ord.
	Roche, 3ᵉ cl.		Loire. topog. souterr.
	Legrand, 2ᵉ cl.		Loire. trav. de consolid.
	Blanpied, 2ᵉ cl.	Lyon	Rhône, bat. à vap.
CLERMONT	Jusseraud, 2ᵉ cl.	Brassac	Puy-de-Dôme, serv. ord.
	Ducas, 2ᵉ cl.	Bourges	Cher, min. et établ. métall.
	Mœvus, 3ᵉ cl.	Nevers	Nièvre, serv. ord.
	Faugière, 4ᵉ cl.	Montluçon	Allier, serv. ord.
	DIVISION DU SUD-EST.		
GRENOBLE	Grand, 2ᵉ cl.	Marseille	B.-du-Rhône, serv. ord.
	Mercanton, 3ᵉ cl.	Latour-du-Pin	Isère, serv. ord.
	Bernard (H.-G.), 3ᵉ cl.	Allevard	
	Albert, 3ᵉ cl.	Briançon	Hautes-Alpes, serv. ord.

GARDES-MINES.

ÉTAT DES GARDES-MINES PAR DIVISIONS ET ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQU

ARRONDISSEMENTS minéralogiques.	NOMS DES GARDES-MINES.	RÉSIDENCES.	SERVICES.
	DIVISION DU NORD.		
PARIS	Jedlinski, 1re cl.	Paris	Seine. Carte géolog.
	Jullien, 2e cl.		Mach. à vap.
	Rosset, 2e cl.		idem.
	Bougarel, 4e cl.		idem.
ORLÉANS	Moklin, 3e cl.	Mennecy	Seine-et-Oise, serv. or
	Noury, 3e cl.	Triel	
	Podczaski, 3e cl.	Pontoise	
	Laplanche, 3e cl.	Meaux	Seine-et-Marne, serv. o
DOUAI	Lévy, 3e cl.	Douai	Nord, serv. ord.
	DIVISION DU NORD-EST.		
TROYES	Guillet, 4e cl.	Mézières	Ardennes, serv. ord.
	Kienski, 5e cl.	Grandpré	
	Huppé, 4e cl.	Tréveray	Meuse, serv. ord.
	Fragonard, 3e cl.	Reims	Marne, serv. ord.
	Manoury, 3e cl.	Troyes	Aube, serv. ord.
NANCY	Perret, 4e cl.	Longwy	Moselle, serv. ord.
STRASBOURG	Dürrbach, 3e cl.	Colmar	Haut-Rhin, appar. à va

ARRONDISSEMENTS minéralogiques.	NOMS DES GARDES-MINES.	RÉSIDENCES.	SERVICES.
	DIVISION DE L'EST.		
VESOUL.	Paufert, 3e cl.	Vesoul.	Haute-Saône, serv. ord.
	Canaly, 4e cl.	Gray.	Haute-Saône, serv. ord.
	Garnier, 3e cl.	Chaumont.	Haute-Marne, minières et atel. de lavage.
	Ilnicki, 3e cl.	Vassy.	Haute-Marne, minières et atel. de lavage.
	Heuret, 4e cl.	Châtillon.	Côte-d'Or, serv. ord.
	Tournois, 4e cl.	Dijon.	Côte-d'Or, serv. ord.
MACON.	Malret, 3e cl.	Châlon.	Saône-et-Loire, serv. ord.
	DIVISION DU CENTRE.		
ST-ÉTIENNE.	Koss, 2e cl.	St-Étienne.	Loire. topog. souterr.
	Chevalier, 2e cl.	St-Étienne.	Loire. serv. ord.
	Bayon ✱, 1re cl.	Rive-de-Gier.	Loire. serv. ord.
	Roche, 3e cl.	Rive-de-Gier.	Loire. topog. souterr.
	Legrand, 2e cl.	Rive-de-Gier.	Loire. trav. de consolid.
	Blanpied, 2e cl.	Lyon.	Rhône, bat. à vap.
CLERMONT.	Jusseraud, 2e cl.	Brassac.	Puy-de-Dôme, serv. ord.
	Ducas, 2e cl.	Bourges.	Cher, min. et établ. métall.
	Mœvus, 3e cl.	Nevers.	Nièvre, serv. ord.
	Faugière, 4e cl.	Montluçon.	Allier, serv. ord.
	DIVISION DU SUD-EST.		
GRENOBLE.	Grand, 2e cl.	Marseille.	B.-du-Rhône, serv. ord.
	Mercanton, 3e cl.	Latour-du-Pin.	Isère, serv. ord.
	Bernard (H.-G.), 3e cl.	Allevard.	Isère, serv. ord.
	Albert, 3e cl.	Briançon.	Hautes-Alpes, serv. ord.

ARRONDISSEMENTS minéralogiques.	NOMS DES GARDES-MINES.	RÉSIDENCES.	SERVICES.
	Suite de la division du sud-est.		
ALAIS.	Czyszkowski, 1re cl. .	Alais.	Gard, serv. ord.
	Bernard (A.), 2e cl. .	Arles-sur-Tech. .	Pyr.-Orientales, serv. ord.
	DIVISION DU SUD-OUEST.		
PÉRIGUEUX. . . .	Sengensse, 4e cl. . .	Périgueux. . . .	Dordogne, serv. ord.
	Orlowski, 3e cl. . . .	Agen.	Lot-et-Gar., bat. à vap.
	Badynski, 1re cl. . . .	Aubin.	Aveyron, serv. ord.
	DIVISION DE L'OUEST.		
GUÉRET.	Briotet, 4e cl.	Poitiers.	Vienne, serv. ord.
	Roy, 3e cl.	Jarnac.	Charente. . . / Charente-Inf. } Serv. ord.
NANTES.	Cherbonneau, 5e cl. .	Saumur.	Maine-et-Loire, serv. ord.
	Wolski, 2e cl.	Angers.	Maine-et-Loire, serv. ord.
	DIVISION DU NORD-OUEST.		
CAEN.	Makowiecki, 3e cl. . .	Caen.	Calvados, serv. ord.
	Huvé, 2e cl.	Sablé.	Sarthe, serv. ord.
NANTES.	Dziedzicki, 3e cl. . .	Nantes.	Loire-Inf. { bat. à vap.
	Barret de Besse, 4e cl.	La Ramée. . . .	Loire-Inf. { tourbières.
	Lalouette (Aljear), 4e cl.	Redon.	Ille-et-Vilaine, serv. ord.
CAEN.	Slawecki, 3e cl. . . .	Rouen.	Seine-Inf. { serv. ord.
	Dunowski, 2e cl. . . .	Fécamp.	Seine-Inf. { carr. de Fécamp.

LISTE ALPHABÉTIQUE DES GARDES-MINES.

NOMS DES GARDES-MINES.	CLASSES.	SERVICES.
A		
Albert..........	3e cl.	Briançon, arr. de Grenoble.
B		
Badynski........	1re cl.	Aubin, arr. de Périgueux.
Barret de Besse.....	4e cl.	La Ramée, arr. de Nantes.
Bayon ✻........	1re cl.	Rive-de-Gier, arr. de Saint-Etienne.
Bernard (A.)......	2e cl.	Arles-sur-Tech, arr. d'Alais.
Bernard (H.)......	3e cl.	Allevard, arr. de Grenoble.
Blanpied........	2e cl.	Lyon, arr. de Saint-Etienne.
Bougarel........	4e cl.	Paris, mach. à vap.
Briotet.........	4e cl.	Poitiers, arr. de Guéret.
C		
Canaly.........	4e cl.	Gray, arr. de Vesoul.
Cherbonneau......	5e cl.	Saumur, arr. de Nantes.
Chevalier........	2e cl.	Saint-Etienne, arr. de Saint-Etienne.
Czyszkowski......	1re cl.	Alais, arr. d'Alais.
D		
Ducas..........	2e cl.	Bourges, arr. de Clermont.
Dunowski........	3e cl.	Fécamp, arr. de Caen.
Dürrbach........	3e cl.	Colmar, arr. de Strasbourg.
Dziedzicki.......	3e cl.	Nantes, arr. de Nantes.
F		
Faugière........	4e cl.	Montluçon, arr. de Clermont.
Fragonard.......	3e cl.	Reims, arr. de Troyes.
G		
Garnier.........	3e cl.	Chaumont, arr. de Vesoul.
Grand..........	2e cl.	Marseille, arr. de Grenoble.
Guillet.........	4e cl.	Mézières, arr. de Troyes.
H		
Heuret.........	4e cl.	Chatillon, arr. de Vesoul.
Huppé.........	4e cl.	Treveray, arr. de Troyes.
Huvé..........	2e cl.	Sablé, arr. de Caen.
I		
Ilnicki.........	3e cl.	Vassy, arr. de Vesoul.
J		
Jedlinski........	1re cl.	Paris, carte géologique.
Jullien.........	2e cl.	Paris, mach. à vap.
Jusseraud.......	2e cl.	Brassac, arr. de Clermont.

NOMS DES GARDES-MINES.	CLASSES.	SERVICES.
K		
Kienski.	5ᵉ cl.	Grand-Pré, arr. de Troyes.
Koss.	2ᵉ cl.	Saint-Etienne, arr. de Saint-Etienne.
L		
Lalouette Aljoar. . . .	4ᵉ cl.	Redon, arr. de Nantes.
Laplanche..	3ᵉ cl.	Meaux, arr. d'Orléans.
Legrand.	2ᵉ cl.	Rive-de-Gier, arr. de Saint-Etienne.
Lévy..	3ᵉ cl.	Douai, arr. de Douai.
M		
Mairet.	3ᵉ cl.	Châlon, arr. de Mâcon.
Makowiecki..	3ᵉ cl.	Caen, arr. de Caen.
Manoury.	3ᵉ cl.	Troyes, arr. de Troyes.
Mercanton.	3ᵉ cl.	Latour-du-Pin, arr. de Grenoble.
Mœvus..	3ᵉ cl.	Nevers, arr. de Clermont.
Moklin.	3ᵉ cl.	Mennecy, arr. d'Orléans.
N		
Noury.	3ᵉ cl.	Triel, arr. d'Orléans.
O		
Orlowski.	3ᵉ cl.	Agen, arr. de Périgueux.
P		
Perret.	4ᵉ cl.	Longwy, arr. de Nancy.
Paufert.	3ᵉ cl.	Vesoul, arr. de Vesoul.
Podczaski..	3ᵉ cl.	Pontoise, arr. d'Orléans.
R		
Roche.	3ᵉ cl.	Rive-de-Gier, arr. de Saint-Etienne.
Rosset.	2ᵉ cl.	Paris, mach. à vap.
Roy.	3ᵉ cl.	Jarnac, arr. de Guéret.
S		
Sengensse..	4ᵉ cl.	Périgueux, arr. de Périgueux.
Slawecki.	3ᵉ cl.	Rouen, arr. de Caen.
T		
Tournois.	2ᵉ cl.	Dijon, arr. de Vesoul.
W		
Wolski.	2ᵉ cl.	Angers, arr. de Nantes.

COMMISSIONS DE SURVEILLANCE

INSTITUÉES POUR LA NAVIGATION DES BATEAUX A VAPEUR (*).

ALLIER.

MM.		
Rérolle.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Moulins.
Pognon.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Deglaude.	*Idem.*	
Amar.	Professeur de mathématiques au collége royal de Moulins.	
Gaffarel.	*Idem.*	
Boulanger.	Ingénieur des mines.	
Pollard.	Inspecteur de la navigation.	

BOUCHES-DU-RHÔNE.

De Montluisant. . . .	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Marseille.
De Villeneuve. . . .	Ingénieur des mines.	
Durbec	Capitaine de port.	
Bazin.	Armateur de bateaux à vapeur.	
Fasquière.	Construct. de machines à vapeur.	
De Montricher. . . .	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Lebas.	Chef de bataillon du génie.	
Catelin.	Lieutenant de vaisseau.	
Barré.	Industriel.	
Toussaint.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Moissard.	Ingénieur de la marine, aux bateaux à vapeur du Levant.	
De Gabriac.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Réguis.	Capitaine d'artillerie.	
Diday.	Ingénieur des mines.	
Finaud.	Constructeur de machines à vapeur.	
La Souchère fils. . .	Professeur de chimie.	
Démange.	Constructeur-mécanicien.	

CALVADOS.

MM.

Nom	Qualité	Lieu
Hérault	Ing. en chef des mines, directeur.	......
Monnier	Ing. en chef des ponts-et-ch., direct.	
Tostain	Ing. en chef des ports maritimes.	
Fortin	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Delisle	Lieutenant de port.	
Morin	Capitaine au long-cours.	
....	Le commissaire de marine.	
Jeannaire	Mécanicien.	

CHARENTE-INFÉRIEURE.

Nom	Qualité	Lieu
Hubert	Direct. des constructions navales.	Rochefort.
Auriol	Ing. des constructions navales.	
Maitros de Varennes	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Dor	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	La Rochelle.
Quilliard	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Marchegay	*Idem.*	
Lepage aîné	Constructeur de navires.	
Rouyer (Adolphe)	....	

CORSE.

Nom	Qualité	Lieu
Beguin	Ing. des ponts-et-chaussées.	Ajaccio.
Soleau	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Kuss	Asp. ing. des ponts-et-chaussées.	
Aufric	Lieutenant au corps royal du génie.	
Vogin	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Bastia.
Lucas	Capitaine au corps royal du génie.	
Sisco	Architecte de la ville de Bastia.	

CÔTES-DU-NORD.

Nom	Qualité	Lieu
Bouteillier	Ing. des ponts-et-chaussées.	Dinan.
Josselin	Négociant.	
Gauchet	Lieutenant de vaisseau en retraite.	

DORDOGNE.

MM.		
. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Bergerac.
Rennes.	Médecin.	
Silvestre.	Conducteur des ponts-et-chaussées.	
Faugère fils.	Avocat.	
Carré.	Pharmacien.	
Gounouilhou.	Horloger.	
Clouet fils.	Maître serrurier.	

FINISTÈRE.

Aumaître.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Morlaix.
Andrieux (Aristide).		
Boyer.	Architecte.	
Monier (Désiré).	Mécanicien.	
Le Loutre.	Capitaine au long cours.	
Fribourg.	Président de la chambre de comm.	
Le Moyne.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Brest.
Simon.	Ancien ingénieur en retraite.	
Ronin.	Memb. du com. sup. d'instr. prim.	
Lévêque.	Ing. des constructions navales.	
Narjot.	Capitaine du génie.	
Guyot.	Capitaine d'artillerie au Pont de Buis.	Châteaulin.
D'Assigny.	Commissaire à la poudrerie du Pont de Buis.	
Durest.	Ancien officier de marine.	
Marzin.	Maire de Port-Launay.	
Tourbiez.	Conducteur faisant fonctions d'ingénieur à Châteaulin.	

GARD.

Vinard.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Nîmes.
Thibaud.	Ing. en chef des mines.	
Didion.	Ing. en chef du chemin de fer de Montpellier à Nîmes.	
Plagniol.	Inspect. de l'Académie de Nîmes.	
Vassas.	Ancien élève de l'école polytech.	
Granier.	Capitaine du génie.	
Dombre.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Gastons-Vincens.	Anc. capitaine d'artillerie.	
Denis Benoist.	Exploit. des fond. et forges d'Alais.	
Rousseau.	Ingénieur civil.	
Bouchet aîné.	Mécanicien.	

MM.		
Tavernel.	Membre du cons. gén. du départ.	Beaucaire.
De Chastellier. . . .	*Idem.*	
Talabot.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Surell.	*Idem.*	
Hebert.	Anc. élève de l'école polytechnique.	
Laurent.	Architecte.	
Eug. de Labaume. .	Lieut.-col. au corps roy. d'ét.-major.	
Sibour.	Maire, à Pont-St-Esprit.	
Clerc fils.	Maire à Roquemaure.	

GIRONDE.

Deschamps.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Bordeaux.
Manès.	Ingénieur en chef des mines.	
Magouty.	Pharmacien.	
Malaure.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Jaquemet..	*Idem.*	
Cousin père.	Maître des forges.	
Bompar.	Capitaine de port.	
Fol.	Direct. de la fonderie de Bacalan.	
Coureau fils.	Constructeur.	
Tabuteau..	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Alphand.	*Idem.*	
Chambrelent.. . . .	*Idem.*	
De Champflorin. . .	*Idem.*	
Poirier.	*Idem.*	

HÉRAULT.

Virla.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Cette.
Dupont..	Aspirant ingénieur des mines.	
Reynaud.	Ingénieur civil.	
Monservin.	Armateur.	
Fournaire Laurent. .	Négociant, anc. capitaine au long cours et armateur.	

ILLE-ET-VILAINE.

Guichard..	Ing. en chef dir. des ponts-et-ch.	Rennes.
Amaury-Dréo.. . . .	Négociant.	
Bohard..	Horloger-mécanicien.	
Leroy-Hudelez. . . .	Serrurier-mécanicien.	
Bataille..	Contre-maître de la manufacture de la Pelletière.	

MM.

Nom	Qualité	Ville
Gérard de Taudemberg.	Ing. en chef des ports de Saint-Malo et de Saint-Servan.	. . . . . .
Cunat.	Ancien officier de la marine royale.	
Fontan (Paul). . .	Armateur.	
Bourdet (Eugène).	Chef de la fonderie du Sillon.	
Picard.	Constructeur de navires à Saint-Malo.	
Douville.	Ancien capitaine au long-cours.	
Guibert.	Armateur. *Idem.*	

INDRE-ET-LOIRE.

Nom	Qualité	Ville
Maurice.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Tours.
Descottes.	Asp. ingénieur des mines.	
Bellanger..	Ancien conseiller de préfecture.	
Jacquemin.	Architecte.	
Walwein.	Maire de Tours	
Borgnet.	Proviseur du collége royal.	

LOIRE-INFÉRIEURE.

Nom	Qualité	Ville
Cabrol.	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées.	Nantes.
Lorieux.	Ing. en chef des mines.	
De la Gournerie. . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Jégou.	Ingénieur en chef de la Loire.	
Bellanger..	Capitaine de port.	
Leray..	Constructeur de navires.	
Delile-Ferme. . . .	Ing. des constructions navales.	
Aribaut.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Berthaud Forment .	Mécanicien.	

LOIRET.

Nom	Qualité	Ville
Floucaud..	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Orléans.
Lejeune.	Ing. en chef du canal latéral à la Loire.	
Lacave.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Germon-Douville. .	Présid. de la chambre de comm.	
Petit.	Prof. de phys. au coll. d'Orléans.	
Weber.	Mécanicien.	
Delaitre.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Tavannes.	Manufacturier.	
Hazard.	*Idem.*	
Dufresne.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Thoyot.	Ing. du chemin de fer d'Orléans à Tours.	
De Sazilly.	*Idem* d'Orléans à Vierzon.	
Baron.	Élève-ing. des ponts-et-chaussées.	

LOT-ET-GARONNE.

MM.

Nom	Qualité	Résidence
Job.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées. chargé du service du canal latéral à la Garonne et de la navig. de la Garonne.	Agen.
Commier.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées du département.	
Martial de Laffore. .	Ingénieur en chef du Lot.	
Maillebiau.	Ingénieur en chef de la Garonne.	
Couturier.	Ingénieur des ponts-et-chaussées attaché au serv. de la Garonne à Agen.	
Baumgarten.	Ingénieur des ponts-et-chauss. attaché au can. lat. à la Garonne.	
Bellegarde.	*Idem.*	
Demay.	Conducteur, f. fonct. d'ing. ord.	
Ferret.	*Idem.*	
De Sévin.	Voyer en chef du département.	
Bartayrès.	Professeur de mathématiques.	
De Cressonnière. . .	Ancien élève de l'Ecole Polytech.	
Marraud.	*Idem.*	
Alquié.	Secrétaire général de la préfecture.	

MAINE-ET-LOIRE.

Nom	Qualité	Résidence
Fourier..	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Angers.
Cacarrié.	Ingénieur des mines.	
Bayan.	Inspecteur de l'Académie.	
Billard.	Négociant.	
Calabert.	Mécanicien.	
Honyau..	Ingénieur civil.	
Wolski.	Garde-mines.	
Lesourd Delisle.. . .	Inspect. honoraire de la navigation.	
. . . .	Conducteur des ponts-et-chaussées.	

MOSELLE.

MM.		
Le Joindre.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Metz.
Piot.	Ingénieur des mines.	
De Pontbriant. . . .	Ing. civil.	
Culmann.	Lieut. colon. d'artillerie.	
Plassiard.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Didion.	Capitaine d'artillerie.	
Glavet père.	Constructeur de machines.	
Vandernoot.	Architecte.	
Frécot.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Boulangé.	*Idem.*	

NIÈVRE.

Dufaud père.	Conseiller de préfecture.	Nevers.
Boucaumont.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Louiche-Desfontaines	Ing. en chef du canal lat. à la Loire.	
Coumes.	Ing. *Idem.*	
Gaillard.	Chef d'escadron d'artillerie.	
Bompois.	Propriétaire.	
Grefis.	Ing. mécanicien.	

OISE.

Marcilly.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Compiègne.
. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Accolet.	Constructeur de bateaux.	
Beaurain.	Inspect. de la navigation de l'Oise.	
Ouarnier.	Maître de port.	
Le Prince, père. . .	Ancien marinier.	
Mulochot.	Inspect. des bât. de la couronne.	

PAS-DE-CALAIS.

Marguet.	Ing. en chef du port de Boulogne. .	Boulogne.
Michelin.	Sous-commissaire de marine.	
Pollet.	Capitaine de port.	
Henry.	Architecte.	
Legris.	Professeur d'hydrographie.	
Néhou.	Ing. en chef du port de Calais.	Calais.
Quehen.	Commissaire de marine.	
Margollé.	Capitaine de port.	
Isaac l'aîné.	Négociant.	
Darquer.	Directeur d'usine à vapeur.	

PYRÉNÉES (BASSES-).

MM.		
Durant.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Bayonne.
Pierre Lannes. . . .	Négociant.	
François Stein. . . .	Mécanicien.	
Duhart-Fauvet. . . .	Négociant.	
Descandes.	Constructeur de navires.	
Jauréguiberry. . . .	Capitaine de port.	

RHIN (BAS-).

Couturat.	Ing. en chef des travaux du Rhin.	Strasbourg.
De Billy.	Ing. en chef des mines.	
Schwilgué.	Mécanicien.	
Persoz.	Prof. à la faculté des sciences.	
Buch.	Maître batelier.	
Coumes..	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Daubrée.	Ingénieur des mines.	

RHÔNE.

Cailloux.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Lyon.
O'Brien..	*Idem.*	
Montgolfier.	Mécanicien.	
Tabareau..	Professeur à la Faculté des sciences.	
Malmazet..	Adjoint au maire de Lyon.	
Gauthier.	Membre du conseil d'arr. de Lyon.	
Monmartin.	Ancien officier du génie.	
Garella..	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Jordan.	*Idem.*	
Meynard.	*Idem.*	
Duverger.	*Idem.*	
Goux..	*Idem.*	
Pigeon.	Ingénieur des mines.	

SAÔNE-ET-LOIRE.

Comoy.	Ing. en chef des ponts et-chaussées.	Châlons.
Dronot.	Ing. f. f. d'ing. en ch. des mines.	
Remise.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Boissenot..	Pharmacien.	
Bessy..	Chimiste.	

SEINE.

MM.		
Combes.	Ingénieur en chef des mines.	Paris.
Bineau.	*Idem.*	Paris.
De Sénarmont. . . .	Ingénieur des mines.	Paris.
Rohault.	Commiss. archit. de la préfecture.	Paris.
Bruzard.	Architecte.	Paris.
Dumoulin.	Inspecteur général de la navigat.	Paris.

SEINE-ET-MARNE.

Jousselin.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Melun.
Poirée.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Melun.
Semane.	Géomètre en chef du cadastre.	Melun.
Mangeon.	Architecte du département.	Melun.
Prévost.	Pharm. de la mais. cent. de Melun.	Melun.
Duhaut-Plessis. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Montereau.
Mondot.	Inspecteur de la navigation.	Montereau.
Lefebvre.	Conducteur des ponts-et-chaussées.	Montereau.
Tonnelier.	Médecin.	Montereau.
Valette.	Direct. de la manufact. de faïence.	Montereau.
Girault-Dabon. . . .	Ancien serrurier-mécanicien.	Montereau.

SEINE-ET-OISE.

. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	St-Germain-en-Laye.
Guy.	Ancien député, propriétaire.	St-Germain-en-Laye.
Beauvalet.	Inspecteur de la navigation.	St-Germain-en-Laye.
De Breuvery.	Anc. maire de St-Germain.	St-Germain-en-Laye.
Marcus.	Docteur-médecin.	St-Germain-en-Laye.
Gigot.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Mantes.
Chevallier.	Maire de la ville de Mantes.	Mantes.
Tortel.	Juge suppléant au trib. de Mantes.	Mantes.
Hernoux.	Conservateur des hypothèques.	Mantes.
Dermarres.	Mem. du cons. mun. de Mantes.	Mantes.
Grenet.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Corbeil.
Feret.	Membre du conseil général.	Corbeil.
Gaigneau.	Manufacturier.	Corbeil.
Darblay.	*Idem.*	Corbeil.
Laroche.	Propriétaire.	Corbeil.

SEINE-INFÉRIEURE.

MM.		
Doyat.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Rouen.
De Saint-Léger. . . .	Ing. en chef des mines.	
Adamoli.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Lepeuple.	*Idem.*	
Legrand.	Capitaine de port.	
Malivoire.	Inspecteur de la navigation.	
Gueroult.	Ex-constructeur de navires.	
Delérue.	Chef de division à la préfecture.	
Delafosse.	Négociant.	
Claudel.	Conduct. des ponts-et-chaussées.	
Renaud.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Le Havre (*)
Chevallier.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Gachot.	Directeur du port.	
Guérin.	Anc. capitaine au long cours.	
Méry.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Dieppe.
Darbel.	Lieutenant de port.	
Buffard.	Ancien officier de marine.	
Legal.	Ancien capitaine au long cours.	
Fanouilleret.	Constructeur de navires.	

SOMME.

Beaulieu.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Saint-Valery.
Richard.	Commissaire de marine.	
Terquem.	Professeur d'hydrographie.	
Delahaye.	Conduct. des ponts-et-chaussées.	
Vasseur.	Lieutenant de port.	

VAR.

Joffre.	Ingénieur de la marine.	Toulon.
Lambert.	Ingénieur des travaux hydrauliq.	
Dupuy-Delome. . . .	Ingénieur de la marine.	
Tassy.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Marchand.	Lieutenant de port.	
Gueit.	Architecte.	

(*) La commission du Havre est instituée pour les bâtiments du Havre à Honfleur.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME V.

MÉTALLURGIE.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

Pag.

CHIMIE.

EXTRAITS DE JOURNAUX. (*Travaux de* 1843.)

Pag.

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

ADMINISTRATION.

PLANCHES JOINTES AU TOME V.

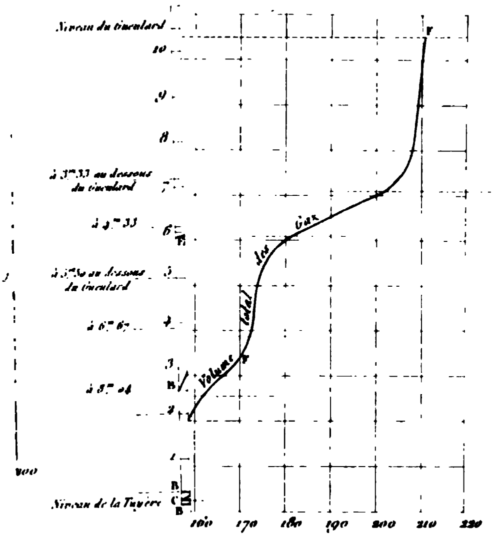
FIN DU TOME V.

ÉTALLURGI

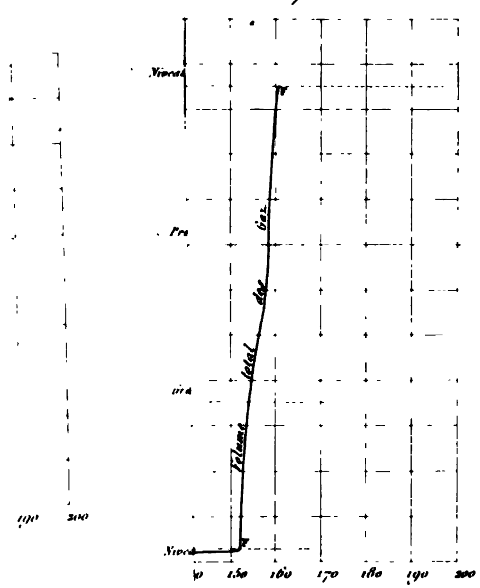
Pl. I.

...ion des G...

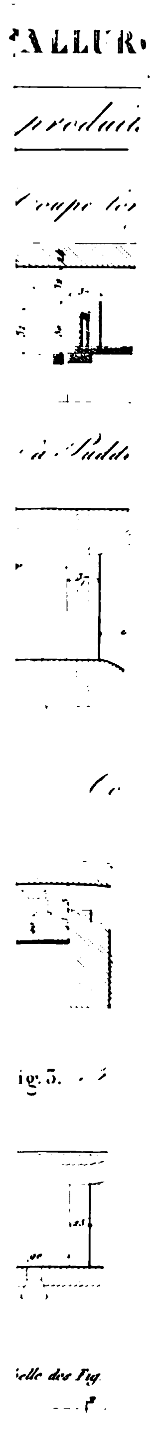
...ncourt.



...et l'Evêque.

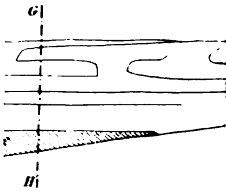


Lemaitre sculp


ALLUR
produit
à Pudd
ig. 5.
elle des Fig.

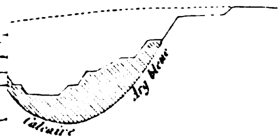
...on des miner...

...g. 3.



Coupe suivant G H

Fig. 5.

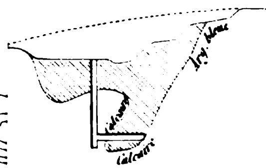


...2.



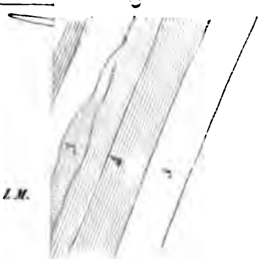
Coupe suivant C D.

Fig. 7.



Coupe suivant R S.

Fig. 13.



Coupe suivant L M.

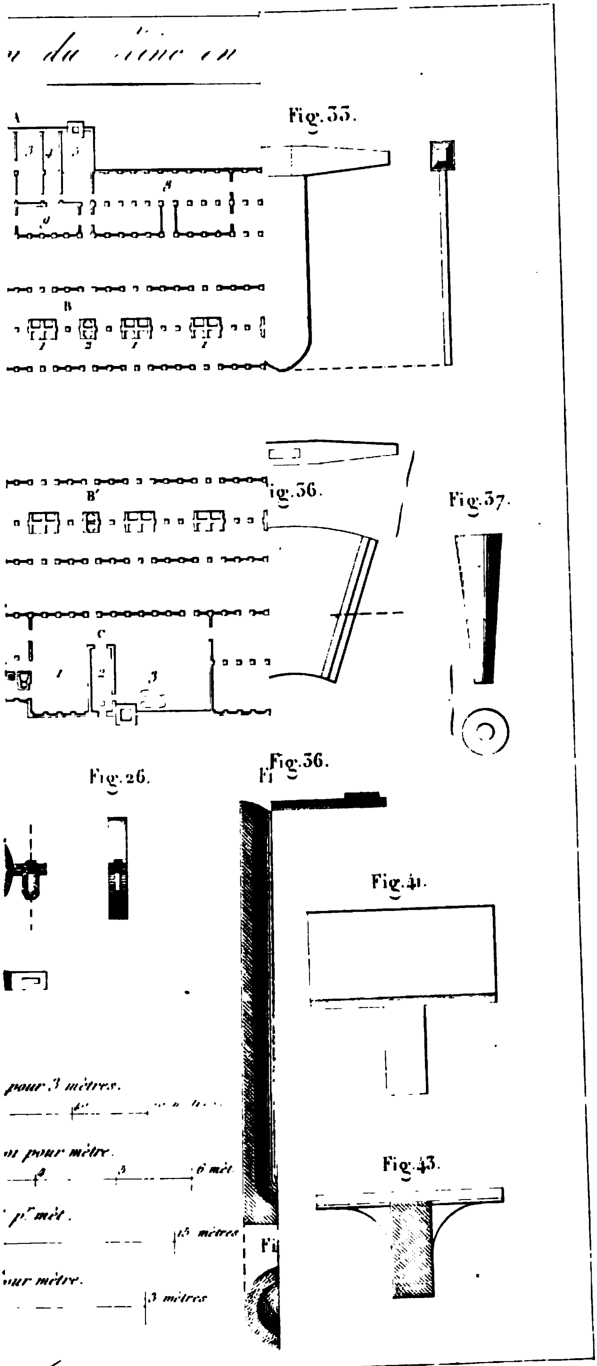
Fig. 10.



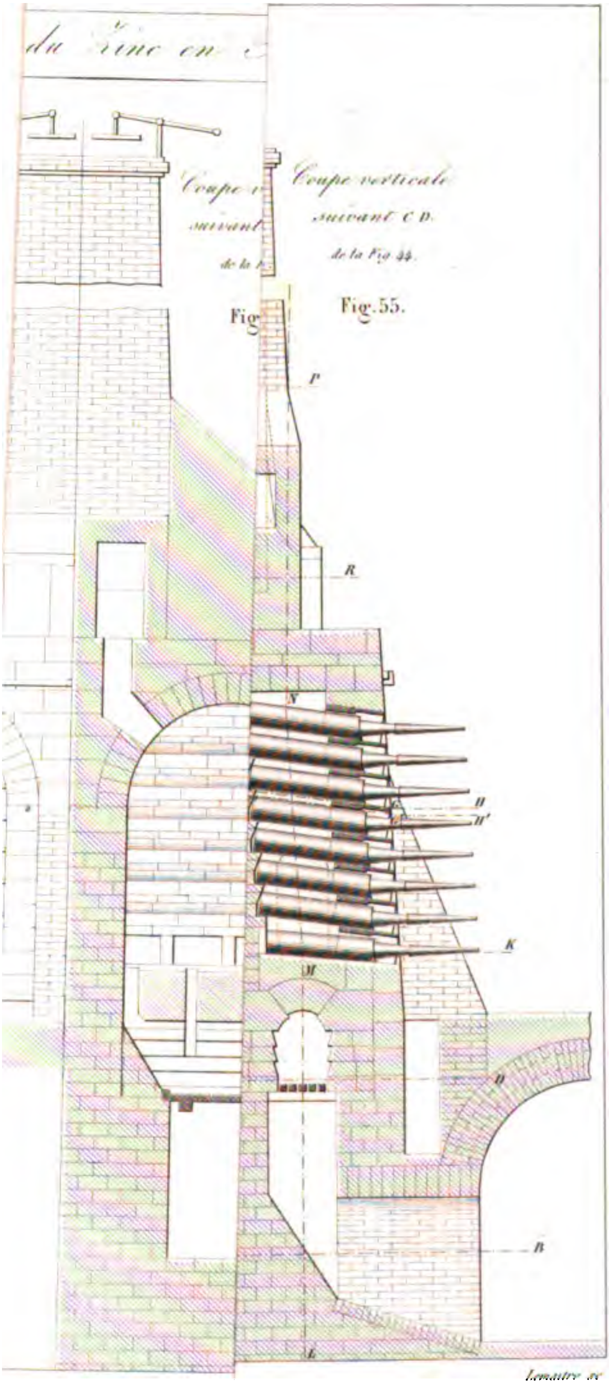
...g. 14.



Eche...

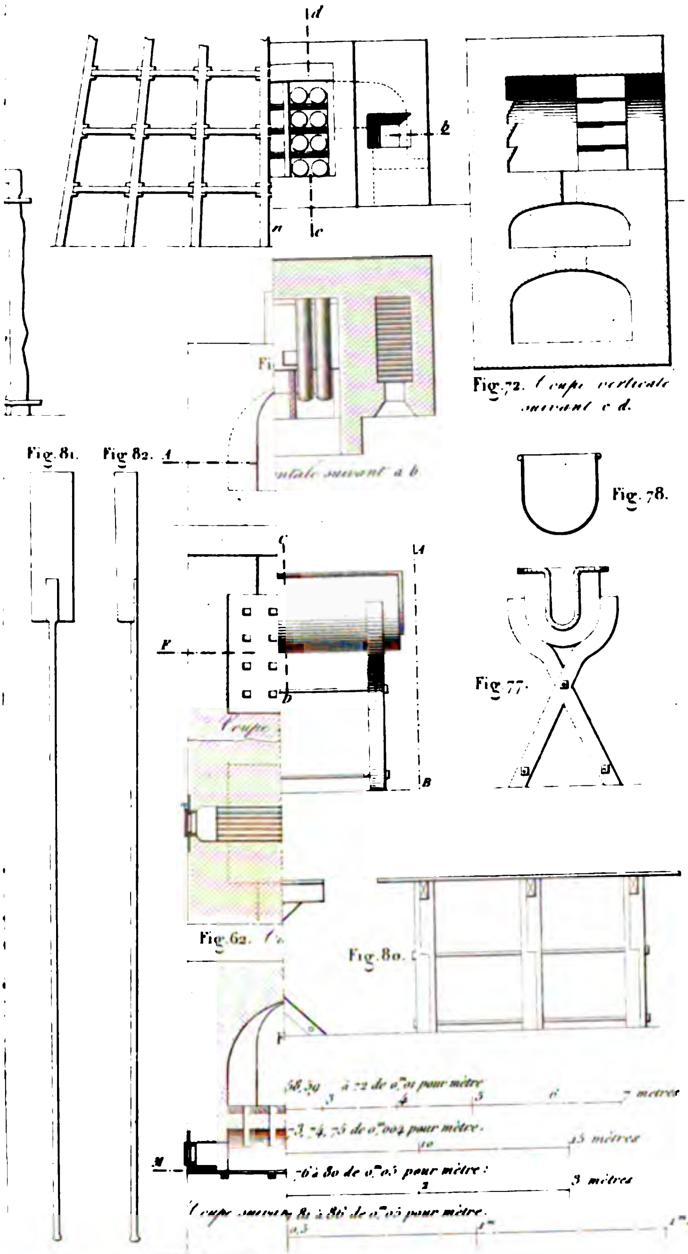

Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 26.
Fig. 36.
Fig. 41.
Fig. 43.
pour 3 mètres.
pour mètre.
6 mèt.
pr mèt.
mètres
our mètre.
3 mètres

Lemaitre sc.


du Zinc en
Coupe v
suivant
de la F
Fig
Coupe verticale
suivant C D.
de la Fig 44.
Fig. 55.
P
R
N
H
H'
K
M
D
B
L

Lemaitre sc

...ation du zinc e...



du Zinc en ...

Fig. 113.

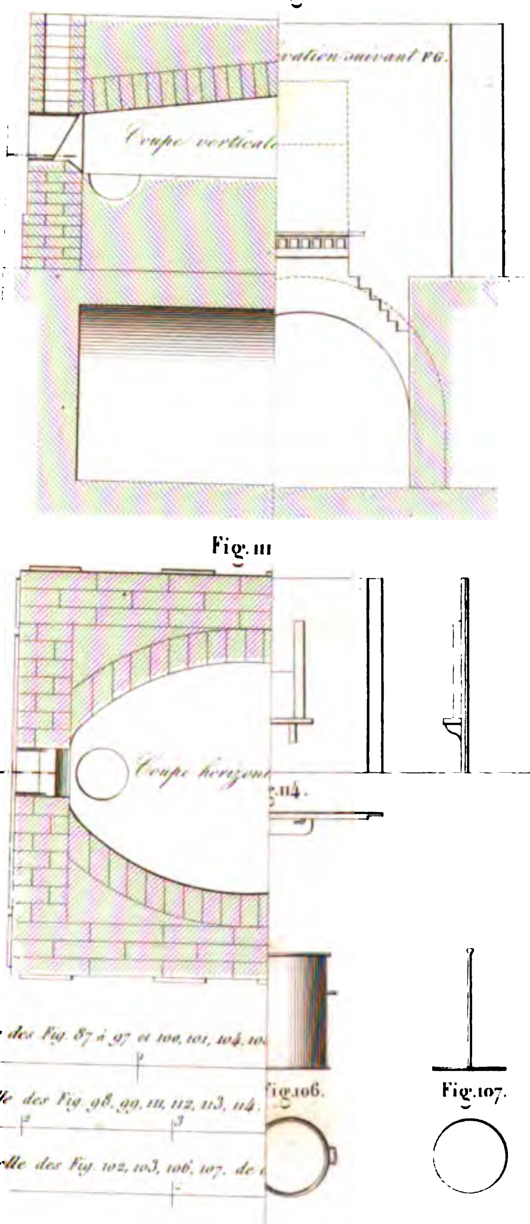


Fig. 11...

...g. 114.

...helle des Fig. 87 à 97 et 100, 101, 104, 10...

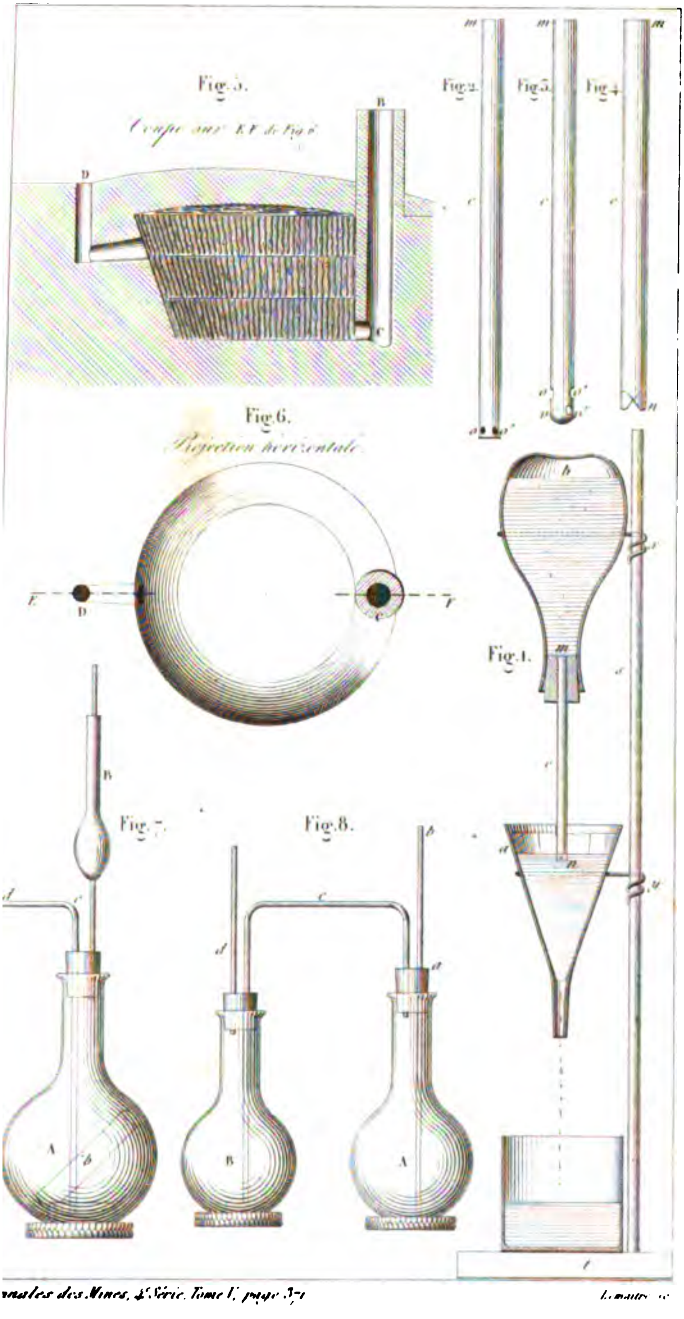
...chelle des Fig. 98, 99, 111, 112, 113, 114.

Echelle des Fig. 102, 103, 106, 107. de ...

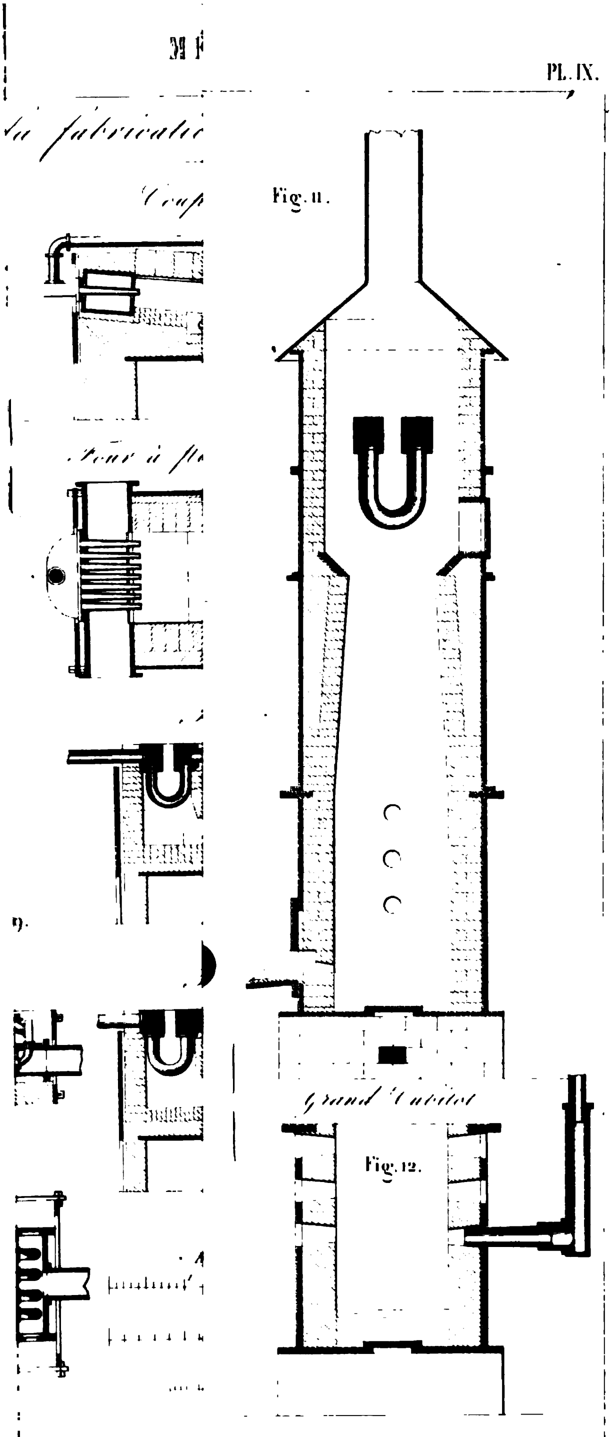
Fig. 106.

Fig. 107.

Lemaitre sc.

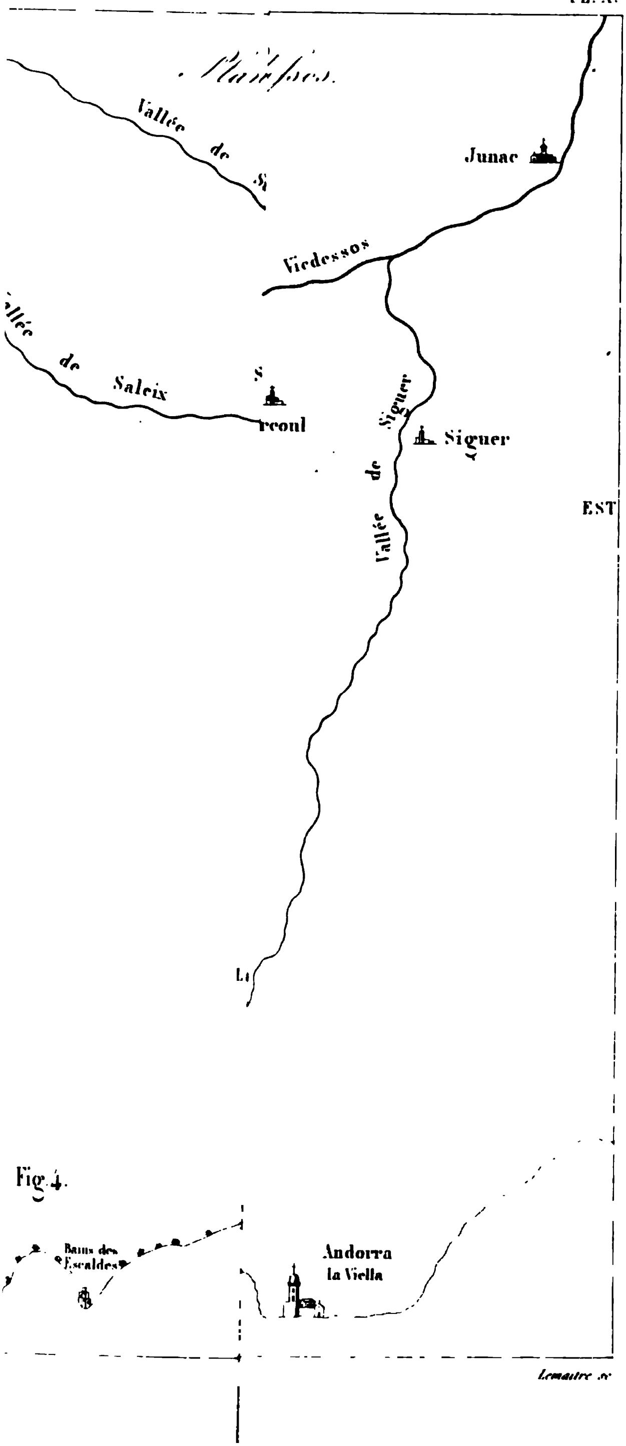

Fig. 5.
Coupe sur EF de Fig. 6.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 6.
Projection horizontale.
Fig. 1.
Fig. 7.
Fig. 8.

PL. IX.



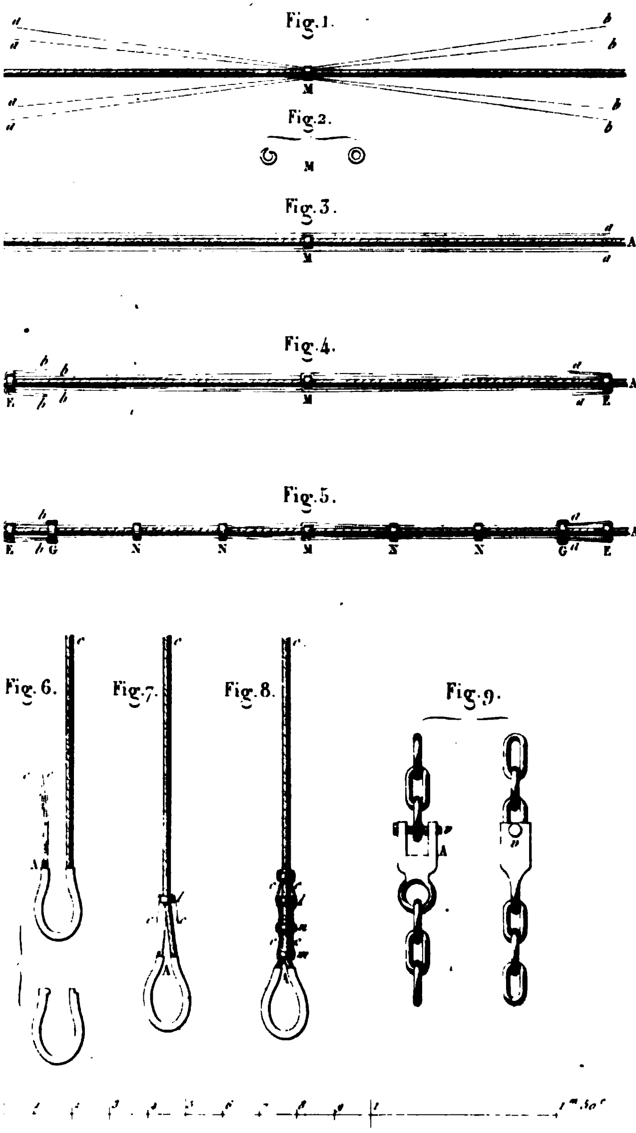
Lemaitre sc.

PL. X.

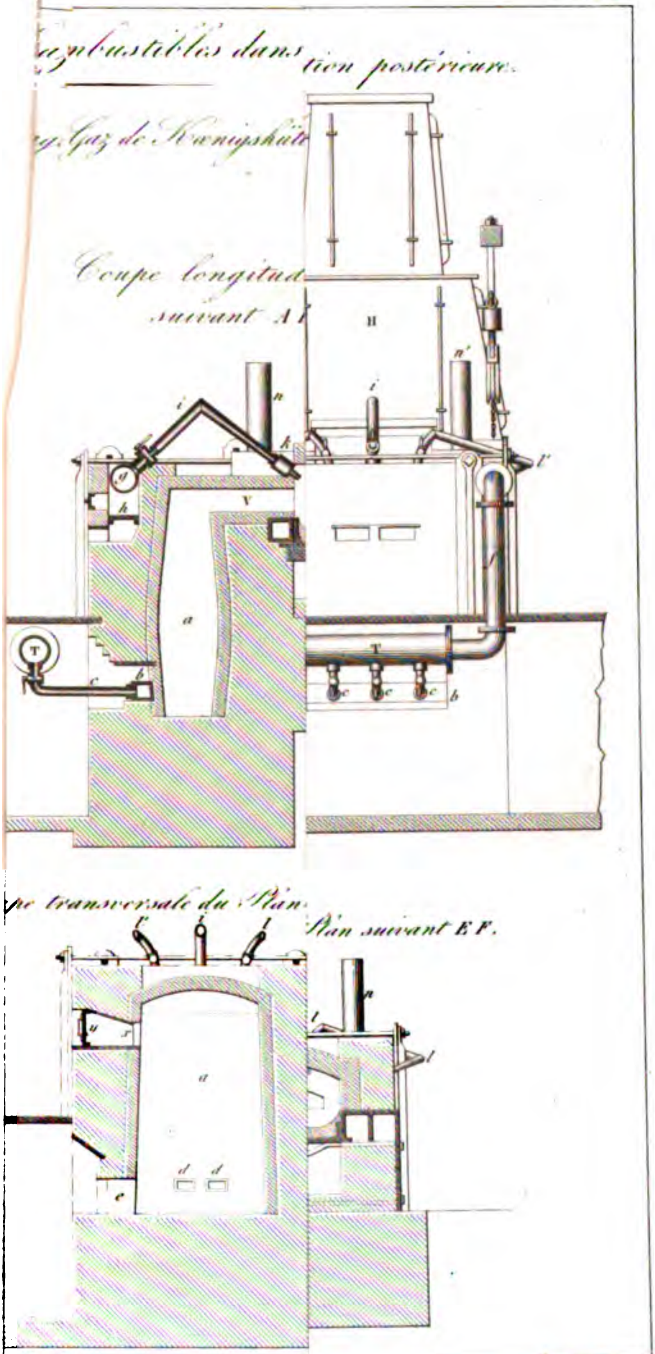


Lemaitre sc.

Pl. XI.



Lemaître sc.



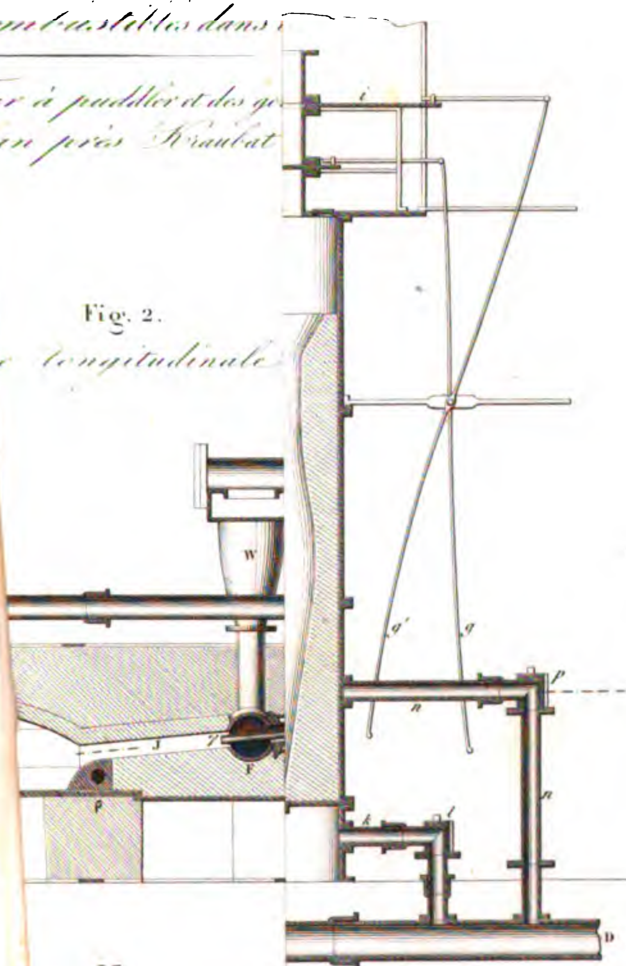
ombustibles dans
tion postérieure.
g. Gaz de Kœnigshütt
Coupe longitud
suivant A
H
V
T
pe transversale du Plan
Plan suivant E F.

Lemaitre sc.

...combustibles dans l...

...four à puddler et des ga...
...han près Kraubat

Fig. 2.
...e longitudinale



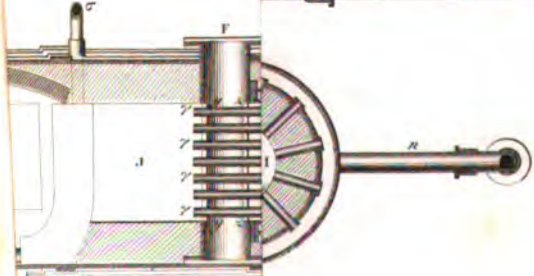
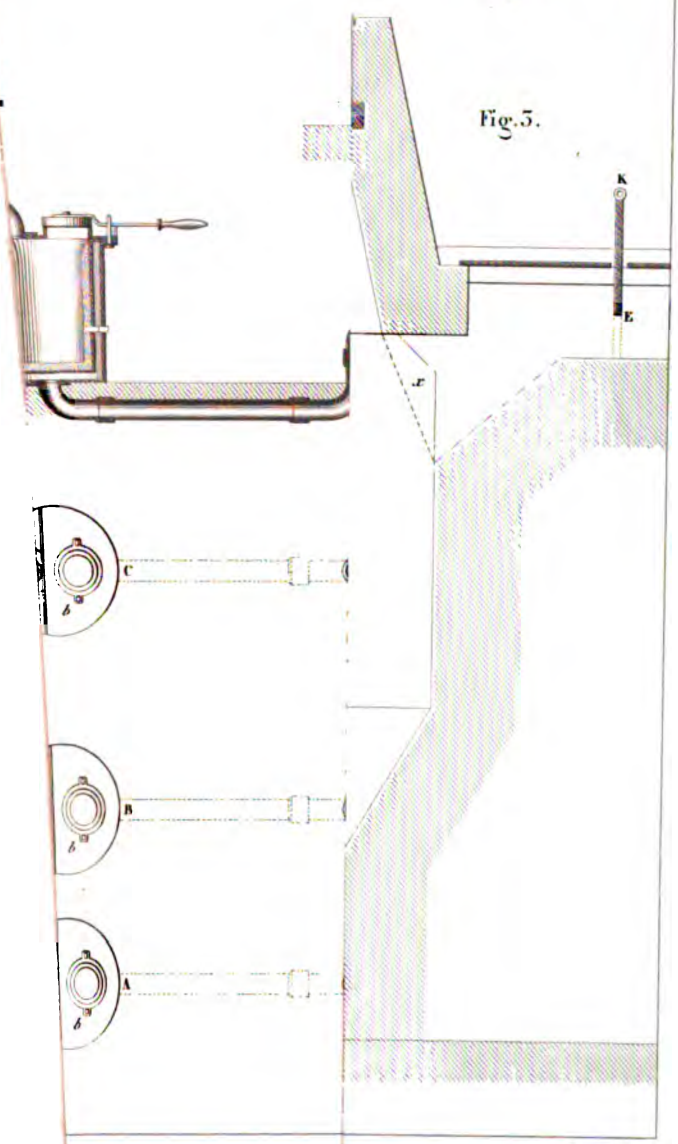


Fig. 1. Plan et...

Lemaitr...

Production et emploi [?] du Fer.

C. Bischof.



Lemaitre sc.